



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

ALTERAÇÕES PROVOCADAS PELO USO DE COLUTÓRIOS DE CLORHEXIDINA EM COMPÓSITOS BULK-FILL (ESTUDO IN VITRO).

Trabalho submetido por
Maria Madalena Côrte-Real Bragança Furtado
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Outubro de 2017



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

ALTERAÇÕES PROVOCADAS PELO USO DE COLUTÓRIOS DE CLORHEXIDINA EM COMPÓSITOS BULK-FILL (ESTUDO IN VITRO).

Trabalho submetido por
Maria Madalena Côrte-Real Bragança Furtado
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Profª Doutora Armanda Amorim de Abreu

outubro de 2017

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese,

Aos meus pais, por todo o apoio e amor incondicional ao longo de toda a minha vida,

À minha querida irmã, Martinha pela força anímica prestada ao longo deste trabalho,

À Minha Avó *Ceiçã*o, que tanta falta me faz e que estará para sempre no meu coração.

AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora Armanda Amorim, por ter acreditado nesta ideia, pelo apoio incondicional, pela disponibilidade e paciência para me aturar, respondendo sempre a tempo e horas às minhas dúvidas, com todo o rigor e espírito crítico.

Ao Professor Doutor José João Mendes, Diretor do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz (ISCSEM), que foi incansável no processo de obtenção das resinas compostas *bulk-fill* necessárias para o estudo, através do departamento de Dentisteria.

Ao Dr. David Andrade e à Dra. Elena Cabrera, da 3M Portugal, que me forneceram todas as resinas necessárias para a elaboração do estudo.

À Dra. Maria João, dos laboratórios Pierre Fabre, que me forneceu os colutórios de Clorhexidina para a investigação.

Ao Professor Doutor Luís Proença, por me ter ajudado no tratamento estatístico dos dados, esclarecendo sempre todas as minhas dúvidas com a maior amizade e paciência.

Ao Professor Doutor Alves de Matos, por me ter ensinado a operar o microscópio eletrónico de varrimento do ISCSEM, e pela enorme ajuda que me deu na análise microscópica das amostras deste trabalho. Ao Professor Doutor Mário Polido, por me ter dado permissão para utilizar os laboratórios e os equipamentos necessários para a concretização desta investigação. À supervisora da farmácia da Clínica Universitária Egas Moniz, Senhora D^a. Lurdes Silva e a todos aos funcionários da farmácia da Clínica Universitária Egas Moniz, em especial à Paula Salgueiro, Ana Cristina Dionísio, Pedro Silva e Ana Cardoso, por todo o carinho, amizade e preocupação demonstrados ao longo do meu percurso na Clínica. À técnica responsável pelo laboratório de Materiais, Sandra Martins, que me mostrou todo o equipamento necessário, e me ajudou a preparar as amostras para a microscopia eletrónica.

Aos meus primos e tios que estiveram sempre a apoiar-me durante este processo, em especial aos meus tios Margarida e Alvito Demóstenes do Rosário pelo seu papel ativo no meu crescimento e educação.

Aos meus colegas de curso e amigos, Joana Alves, Luís Poeiras e Joana Araújo que me deram um apoio enorme na espectralfotometria das amostras. Aos meus 'tios' Isabel e Diamantino Matos Alves, que são a minha segunda família e prestaram um apoio e amizade incondicional nesta etapa da minha vida. Às minhas queridas amigas Joana Alves e Marta Amorim, que me deram a maior força anímica e caminharam sempre ao meu lado para a conclusão deste capítulo da minha vida académica. À minha parceira de box, Patrícia Neves, e aos restantes elementos do meu grupo de amigos da faculdade - Filipa Franco, Joana Alves, Francisco Paredes, Rute Castanheira Bruno Pinto Bessa e Diogo França - que me fazem rir a toda a hora e me ajudaram sempre ultrapassar todos os obstáculos desta caminhada desafiante da Medicina Dentária.

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a alteração da cor e a degradação de superfície de resinas compostas *bulk-fill* de 4 cores diferentes, utilizadas em restaurações diretas na Medicina Dentária, após serem imersas em três colutórios diferentes à base de clorhexidina (CHX).

Materiais e Métodos: Foram preparadas 136 amostras, de formato cilíndrico, com 4 mm de diâmetro por 4 mm de profundidade, nas cores A1, A2, A3 E C2 de compósitos Filtek™ One Bulk Fill Restorative . As amostras foram sujeitas a uma imersão diária com agitação no vórtex, durante 15 dias consecutivos, em diferentes soluções: água destilada (controle) e colutórios à base de clorhexidina - CHX- (a 0,05%, 0,1% e 0,12%). Entre as imersões, as amostras foram armazenadas em água destilada numa estufa a 37°C. A cor das amostras foi avaliada com espectrofotômetro antes e depois das imersões. As alterações colorimétricas foram calculadas através do sistema CIE L* a* b*. Ao concluir os processos laboratoriais, selecionaram-se 3 amostras aleatórias de cada grupo para analisar a degradação da superfície com *Scanning Electron Microscope* (SEM). Os resultados obtidos pela análise com espectrofotômetro foram tratados estatisticamente pelo software SPSS, através de estatística descritiva e comparativa (Teste ANOVA *Two-way* e IC a 95%), com nível de significância de 5%.

Resultados: Os compósitos bulk-fill mostraram alterações colorimétricas clinicamente inaceitáveis nas amostras sujeitas a imersão com o colutório a 0,1% de Clorhexidina, bem como as amostras da cor C2 com tratadas com o colutório de 0,12% CHX. A maior degradação superficial foi a das amostras tratadas com colutório de 0,1% de CHX.

Conclusões: As resinas compostas sofreram alterações de morfologia e de cor quando expostas à ação de diferentes colutórios à base de CHX. A intensidade das alterações da morfologia de superfície variou consoante a concentração de CHX dos colutórios e o teor de álcool.

Palavras-Chave: Espectrofotômetro, Clorhexidina, SEM, Resinas Bulk-Fill

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to evaluate the color change and surface degradation of four different color fill compositions used in direct restorations in dentistry after immersion in three different chlorhexidine (CHX) based mouthwashes.

Materials and methods: 136 cylindrical samples, 4 mm in diameter by 4 mm in depth, were prepared in colors A1, A2, A3 and C2 of Filtek TM One Bulk Fill Restorative composites. The samples were subjected to a daily immersion with Vortex agitation for 15 consecutive days in different solutions: distilled water (control) and chlorhexidine (CHX) mouthwashes (0.05%, 0.1% and 0.12%). Among the immersions, the samples were stored in distilled water at 37 ° C. The color of the samples was evaluated with a spectrophotometer before and after the immersions. The color changes were calculated using the CIE system $L^*a^*b^*$. At the conclusion of the laboratory procedures, 3 random samples from each group were selected to analyze the surface roughness with the Scanning Electron Microscope (SEM). The results obtained by the spectrophotometer analysis were statistically treated by the SPSS *software*, using descriptive and comparative statistics (bidirectional ANOVA and 95% CI), with a significance level of 5%.

Results: bulk-fill composites showed clinically unacceptable colorimetric alterations in samples submitted to the 0.1% CHX mouthwash immersion, as well as C2 color samples treated with a mouthrinse with 0.12% of CHX. The greatest surface degradation was that on the samples treated with 0.1% CHX rinse.

Conclusions: bulk-fill composites were submitted to morphology and color changes when exposed to the action of different mouthwashes based on CHX. The intensity of changes on the surface morphology varied according to the CHX concentration of the mouthwashes and alcohol content.

Keywords: Spectrophotometer, Chlorhexidine, SEM, Bulk-Fill Composites

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Enquadramento teórico	13
1.1.1. Resinas compostas	14
1.1.2. Resinas compostas Bulk-Fill	18
1.1.3. Resinas compostas Bulk-Fill vs. Resinas Convencionais.....	20
1.1.4. Cor	23
1.2. A Clorhexidina.....	25
1.2.1. Interação da Clorhexidina com Resinas compostas.....	27
1.3. Aparelhos medidores de cor	28
1.4. Scanning Electron Microscope (SEM).....	30
1.5. Objetivos do estudo	32
1.5.1. Hipóteses.....	32
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
2.1. Materiais.....	33
Instrumentos e Equipamentos	33
Resinas Compostas	33
Colutórios (Tabela 2)	34
2.2. Métodos	36
2.2.1. Preparação das amostras	36
2.2.2. Imersão nos colutórios	40
2.2.3. Análise da cor das amostras.....	40
2.2.4. Análise da degradação de superfície.....	41
2.2.4. Análise estatística	42

3. RESULTADOS	43
3.1. Análise quantitativa com espectrofotômetro	43
3.2. Análise qualitativa da degradação de superfície	47
4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	48
BIBLIOGRAFIA	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cronologia do desenvolvimento de compósitos dentários quanto aos monómeros, partículas de carga, tecnologias do sistema adesivo e de ativação de polimerização (Anusavice, Shen, & Rawls, 2013).....	18
Figura 2: Representação esquemática que compara o microscópio ótico convencional ao SEM.....	31
Figura 3: Seringas das resinas compostas utilizadas no estudo: Filtek™ One Bulk Fill Restorative das cores A1, A2, A3 e C2 (de cima para baixo)	34
Figura 4: Colutórios utilizados no estudo: a) EludrilCARE; b) EludrilCLASSIC; c) EluPERIO.	36
Figura 5: Distribuição das amostras de resina <i>bulk-fill</i> pelos colutórios de CHX em estudo.....	37
Figura 6: Fotopolimerizador Elipar™ DeepCure-S LED <i>Curing Light</i> , (3M ESPE)	37
Figura 7: Matriz metálica (4mm-4mm).....	37
Figura 8: Radiômetro <i>Optilux</i> (Kerr – Middleton, USA)	37
Figura 9: SpectroShade™ Micro (MHT Niederhasli, Switzerland).....	37
Figura 10: VWR Mini Vórtexer (Henry Troemner LLC- USA).....	38
Figura 11: Estufa de Incubação (Mettler INE 400 - Mettler, Germany)	38
Figura 12: Discos de Polimento Sof-Flex 3M.....	38
Figura 13: Scanning Electron Microscope JSM -5400 (JEOL).....	38
Figura 14: Colocação das amostras para observação após recobrimento com prata coloidal e paládio.....	39
Figura 15: Observação das amostras no SEM.....	39
Figura 16: Amostras após recobrimento com prata-paládio.....	41
Figura 17: Amostras antes do recobrimento com prata-paládio.....	41
Figura 18: Representação esquemática das duas categorias de pratos de observação do estudo.....	42
Figura 19: SEM de amostra da cor A1 com aumento de 150x.....	47
Figura 20: SEM de amostra representativa da cor A1 de controlo com aumento de 2000x	47
Figura 21: SEM de amostra representativa da cor A1 com CHX a 0,05%, com aumento de 2000x	47

Figura 22: SEM de amostra representativa da cor A1 com CHX a 0,1% com aumento de 2000x	47
Figura 23: SEM de amostra representativa da cor A2 de controlo com aumento de 2000x	48
Figura 24: SEM de amostra representativa da cor A1 com CHX a 0,12% com aumento de 2000x	48
Figura 25: SEM de amostra representativa da cor A2 com CHX a 0,1% com aumento de 2000x	48
Figura 26: SEM de amostra representativa da cor A2 com CHX a 0,05% com aumento de 2000x	48
Figura 27: SEM de amostra representativa da cor A3 de controlo aumento de 2000x ..	48
Figura 28: SEM de amostra representativa da cor A2 com CHX a 0,12% com aumento de 2000x	48
Figura 29: SEM de amostra representativa da cor A3 com CHX a 0,05% com aumento de 2000x	49
Figura 30: SEM de amostra representativa da cor A3 com CHX a 0,1% com aumento de 2000x	49
Figura 31: SEM de amostra representativa da cor C2 de controlo com aumento de 2000x	49
Figura 32: SEM de amostra representativa da cor A3 com CHX a 0,12% com aumento de 2000x	49
Figura 33: : SEM de amostra representativa da cor A2 com CHX a 0,1% com aumento de 150x	49
Figura 34: SEM de amostra representativa da cor C2 com CHX a 0,1% com aumento de 2000x	49

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 : Resinas usadas no estudo e respetiva composição	34
Tabela 2: Colutórios utilizados no estudo	35
Tabela 3: Output SPSS relativo ao teste ANOVA <i>two-way</i> : testes de efeitos entre sujeitos	43
Tabela 4: Estimativas dos valores médios de ΔE , através de Intervalos de confiança a 95 % (IC 95%).....	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráfico descritivo do comportamento da cor das resinas <i>bulk-fill</i> face à interação com os colutórios de diferentes concentrações de CHX.....	44
Gráfico 2: Variações das Médias Marginais estimadas de ΔE em função das concentrações dos colutórios em estudo.....	46

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ΔE	Delta E
AFM	Addition-fragmentation monomer
AUDMA	Aromatic urethane dimethacrylate
Bis- GMA	Bisphenol α -diglycidyl methacrylate
CHX	Clorhexidina
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage
CQ	Canforoquinonas
DMT	N,N-dimethyl-p-toluidine
DDDMA	Dodecane dimethacrylate
EDGMA	Ethylene glycol dimethacrylate
HA	Hidroxiapatite
mm	Milímetros
mW	MiliWatts
nm	Nanómetros
LED	Light-emitting diode
LCU	Light curing unit
RPM	Rotações por minuto
SEM	Scanning Electron Microscope
TEGDMA	Triethylene glycol dimethacrylate
TPO	Phosphine oxide
UDMA	Urethane dimethacrylate
UV	Ultra-violet

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento teórico

Como resultado do aumento progressivo dos requisitos estéticos das restaurações dentárias, e em resposta à evolução tecnológica das resinas disponíveis, os compósitos à base de resina da cor dos dentes, são cada vez mais usados para a restauração de dentes posteriores em detrimento da tradicional amálgama. (Bayraktar, Ercan, Hamidi, & Çolak, 2017)

Com a evolução dos aspetos físicos, óticos e das propriedades mecânicas das resinas compostas, estas foram eleitas o material mais consagrado e utilizado na prática clínica da Medicina Dentária. (Gonçalves, Teixeira, Rodrigues, de Oliveira, & Salvio, 2012)

A escolha de um compósito à base de resina adequado para a execução de uma restauração, requer um grande número de requisitos. (Ilie & Hickel, 2011)

Atualmente, as restaurações dentárias efetuadas com resinas, apresentam uma maior longevidade devido à excelente melhoria das suas propriedades mecânicas tais como: alta resistência, resistência à fratura, dureza da superfície, um módulo de elasticidade otimizado, baixo desgaste, pouca sorção de água e solubilidade, baixa contração de polimerização, baixa fadiga e degradação, bem como propriedades óticas como a radiopacidade. (Ilie & Hickel, 2011)

Os materiais utilizados na atualidade são de alta qualidade, apesar de não serem ainda considerados ideais, ao serem usados correta e adequadamente apresentam uma boa longevidade e excelentes resultados a nível clínico. A evolução das resinas tem-se dado no sentido de produzir materiais mais resistentes ao desgaste, de polimento superior e mais duradouro, num mercado que é muito competitivo. (Ferracane, 2011)

A descoloração, a resistência ao desgaste e a suscetibilidade de retenção de placa bacteriana são fatores a ter em conta e que estão intrinsecamente associados à morfologia de superfície das restaurações dentárias - topografia e textura das mesmas - que são parâmetros de alta relevância. (Marghalani, 2010)

As diferenças observadas ao nível da morfologia de superfície entre resinas compostas, devem-se ao espaçamento entre as partículas de carga e ao tamanho destas. Portanto, as

partículas de carga que entram na constituição das resinas compostas contribuem para melhorar a sua resistência e, à medida que foram diminuindo de tamanho, e que a resina da matriz foi sendo reduzida, obtiveram-se não só resinas compostas mais resistentes, como também com melhores propriedades óticas, uma vez que o polimento acaba por ser melhorado na sequência dos mecanismos que aumentaram a resistência, estando intrinsecamente relacionado com a dimensão das partículas. (Marghalani, 2010)

Conhecer e entender a origem das propriedades óticas das resinas, é essencial para o desenvolvimento de restaurações dentárias biomiméticas. (Lim, Lee, Lim, Rhee, & Yang, 2008)

1.1.1. Resinas compostas

A nível estrutural, as resinas compostas são constituídas pelas seguintes fases: inorgânica (carga), orgânica (matriz) - e pelo agente de união, o silano. A fase inorgânica é composta por partículas de carga com diferentes formas e tamanhos, que estão distribuídas numa rede de polímeros e unidas através de um agente bifuncional de silano (Rodrigues, Scherrer, Ferracane, & Della Bona, 2008). As partículas inorgânicas normalmente incluem sílica, zircónia, vidro e quartzo. (Lien & Vandewalle, 2010)

Os constituintes das resinas compostas têm evoluído significativamente desde a altura em que os materiais foram introduzidos pela primeira vez no mercado da Medicina Dentária (há mais de 50 anos). Até aos dias de hoje, as mudanças mais importantes ocorreram nas partículas de carga cujo tamanho foi reduzido propositadamente para que as resinas compostas resultantes oferecessem maior resistência ao desgaste e melhor qualidade de polimento (Ferracane, 2011).

As mais recentes melhorias na nanotecnologia permitiram o desenvolvimento de novos tipos de compósitos dentários, mais capacitados para suportar diferentes ataques por parte dos agentes orais. De acordo com alguns fabricantes, todos os seus materiais restauradores podem estar clinicamente indicados para todos os tipos de cavidades dentárias. (Street, 2016)

A manutenção da integridade de um compósito a longo prazo na cavidade oral só será possível se este resistir à tensão resultante das forças mastigatórias, ao elevado grau de humidade, bem como às alterações térmicas e químicas que nesse meio ocorrem. (Street, 2016)

O bruxismo cêntrico e excêntrico, bem como a mastigação, são processos que envolvem tanto os dentes restaurados como os não restaurados: ambos são submetidos a uma interação de múltiplos estímulos mecânicos e químicos na cavidade oral. (Heintze et al., 2017)

A matriz orgânica é composta a partir de fotoiniciadores, monómeros, estabilizadores e pigmentos (Ferracane, 2011). Os monómeros principais da matriz orgânica das resinas compostas são o poliuretano, ou o bisphenol glicidil metacrilato (Bis-GMA). Pelo facto destes compostos apresentarem uma alta viscosidade, foram acrescentados monómeros detentores de baixa viscosidade, como o trietilenoglicol dimetacrilato (TEGMA) e o etilenoglicol dimetacrilato (EGDMA), por serem compostos mais flexíveis. A versatilidade e a composição da matriz orgânica têm interferência na polimerização, no grau e conversão de monómeros em polímeros, na viscosidade do material e na absorção de água. (Ferracane, 1995) A viscosidade dos monómeros é uma propriedade essencial no que toca à polimerização. As resinas compostas com 50 a 75% de Bis-GMA apresentam maiores taxas de polimerização (Sideridou, Vouvoudi, & Bourdouni, 2012).

A componente inorgânica é constituída por partículas de carga, com o objetivo de maximizar a resistência do material e a mesma pode influenciar diversas propriedades do compósito, tais como: a expansão térmica, a dureza, o brilho, a absorção de água, o módulo de elasticidade e a resistência à fratura. (Guimarães et al., 2013)

Desde o ano 2000, que os compósitos dentários evoluíram a partir de microparticulados para os nanoparticulados e nanohíbridos. Os nanohíbridos são uma combinação de miniparticulados e híbridos e deste modo, são capazes de incorporar um volume maior de partículas de enchimento. Sabe-se que, quanto maior o conteúdo de partículas de carga, melhores serão as propriedades mecânicas, especialmente quando partículas de resina pré-polimerizadas são incorporadas na constituição dos compósitos. (Street, 2016)

Foram detetadas algumas diferenças quanto à resistência mecânica em diferentes compósitos nano híbridos. Este facto pode ser justificado por outros fatores importantes que podem influenciar o comportamento dos compósitos, como: o tamanho e a distribuição das partículas e o tipo, distribuição e quantidade de monómeros da matriz da resina. (Street, 2016)

No que diz respeito à carga inorgânica, podemos classificar as resinas compostas em função do tamanho das partículas de carga como: híbridas, microparticuladas, microhíbridas e nanoparticuladas, tendo cada uma destas categorias as suas indicações e limitações clínicas. Por exemplo, resinas que sejam microparticuladas, proporcionam ótimo polimento, mas têm como desvantagem o facto de terem um alto índice de contração de polimerização devida à reduzida percentagem de carga em peso dessas resinas. Hoje em dia, estas resinas têm indicação clínica para ser usadas na camada superficial de restaurações estéticas nos dentes anteriores. (Schneider, Mendonça, Bento Rodrigues, do Monte Ribeiro Busato, & Camilotti, 2016)

O silano é um agente que impede a separação entre a matriz orgânica e a carga inorgânica, de modo a prevenir formação de bolhas de ar (loais de armazenamento de água), que podem fazer com que a resistência mecânica das restaurações seja diminuída (Bayne, 2005), ou seja, este agente confere às resinas compostas melhores propriedades biomecânicas e permite a atenuação do efeito do *stress* produzido durante a contração de polimerização, através da formação de uma peça singular (Lien & Vandewalle, 2010).

É através da libertação de radicais livres provenientes de um fotoiniciador e de um co-iniciador que se desencadeia o processo de polimerização nas resinas compostas. (ElEmbaby, 2014) Esta libertação pode ser iniciada pela luz, por um processo químico ou por uma combinação de ambos (Sideridou et al., 2012).

A polimerização das resinas (fotopolimerizadas ou fotoativadas) é desencadeada quando uma molécula foto ativadora presente na massa resinosa é sensibilizada, através da luz, molécula essa, que na maior parte das resinas compostas, é uma alfa-diquetona (canforoquinona - CQ) que, quando exposta a uma luz visível com comprimento de onda compreendido entre 400 e 500 nm com um pico de 468 nm (luz azul) (ElEmbaby, 2014), absorve esses fotões (Caldarelli, Beltrani, Pereira, Cardoso, & Hoeppner, 2011).

Na presença de fotões, são então formados radicais livres que ao embaterem com a amina e promovem a transferência de eletrões. Os radicais livres são moléculas reativas que ao encontrarem monómeros, promovem a quebra de ligações duplas de carbono, formando um complexo monómero radical, apto para reagir com outros monómeros e dando seguimento ao processo de polimerização das resinas (Caldarelli et al., 2011).

As resinas foto ativadas têm maior uso na prática clínica corrente do que as ativadas por processo químico.(Sideridou et al., 2012). As resinas quimicamente ativadas, são apresentadas comercialmente em duas pastas uma delas uma base e outra um catalisador). A base contém BPO - benzoyl peroxide - como iniciador e o catalisador contém uma amina terciária que funciona como ativador, que normalmente é a DMT (N,N-dimethyl-p-toluidine). As duas pastas devem formar uma mistura homogênea e usadas em porções iguais para que a reação de polimerização da matriz orgânica seja desencadeada. Esta matriz é maioritariamente formada por monómeros de dimetacrilatos. Os monómeros mais comuns são o Bis-GMA e o TEGMA (Sideridou et al., 2012).

A ativação dos primeiros materiais restauradores fotoativados era feita por intermédio de luz UV (350nm), mas, devido ao extenso período de polimerização e aos problemas que causavam aos seus operadores, foram substituídos por materiais ativados por luz visível. Não só o tempo de polimerização era mais aceitável, como também a profundidade de polimerização. (García, Lozano, Vila, Escribano, & Galve, 2006)

A maioria das resinas compostas contém canforoquinona (CQ) como sendo o sistema fotoiniciador mais convencional e que tem um pico de absorção num intervalo de comprimentos de onda compreendidos entre os 460-470nm; mas alguns compósitos podem conter fotoiniciadores alternativos, tais como o difenil (2,4,6-trimetilbenzoil) ou óxido de fosfina (TPO), que absorvem a luz de forma mais eficaz num intervalo de comprimentos de onda mais reduzidos. Estes fotoiniciadores são frequentemente usados em detrimento da CQ na composição de materiais comerciais à base de resina para restaurações estéticas, de forma a reduzir a coloração amarela. (de Oliveira et al., 2016)

Recentemente surgiram aparelhos LED *poliwave*, que contêm lâmpadas que emitem luz adicional com comprimentos de onda inferiores perto da faixa UV (ou seja, entre os 380 e os 420nm) que contribuem para uma melhor polimerização do que os aparelhos *monowave* originais, que emitem luz na faixa de comprimento de onda azul (isto é, entre os 420 e os 495nm). (de Oliveira et al., 2016)

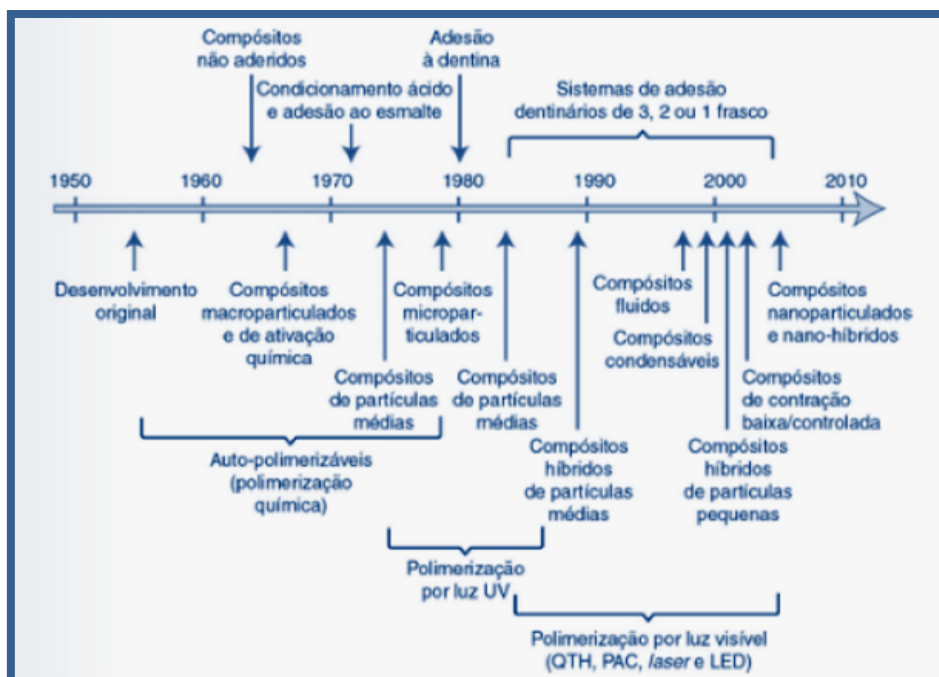


Figura 1: Cronologia do desenvolvimento de compósitos dentários quanto aos monómeros, partículas de carga, tecnologias do sistema adesivo e de ativação de polimerização (Anusavice, Shen, & Rawls, 2013)

1.1.2. Resinas compostas *Bulk-Fill*

A pesquisa e desenvolvimento dos compósitos de resina tem como principal objetivo aumentar a longevidade clínica e tornar o modo de utilização destes materiais mais fácil. Desde a introdução destes compostos na Medicina Dentária, que os mesmos sofreram algumas melhorias ao nível das suas partículas de carga, das suas matrizes e da sua tecnologia iniciadora. (Zorzini et al., 2015)

As resinas *bulk-fill* constituem um grupo de resinas com composição variável, mediante o seu fabricante. O uso destes materiais não é consensual, e embora existam vários trabalhos laboratoriais, poucas investigações *in vivo* foram realizadas para que possamos empregar tirar conclusões em medicina dentária baseada na evidência. (Caneppele & Bresciani, 2016)

Essa evolução levou a um posterior aperfeiçoamento dos compósitos mostrando taxas de sucesso clínico comparáveis ou superiores às da amálgama (Opdam, Bronkhorst, Loomans, & Huysmans, 2010).

A contração de polimerização da matriz, combinada com uma força de adesão limitada dos sistemas adesivos ao tecido dentário é um desafio à estabilidade das restaurações. Uma das principais causas da perda de uma restauração, é a cárie secundária, em adição à fratura mecânica por fadiga e degradação (Bucuta & Ilie, 2014; Zorzin et al., 2015).

As resinas compostas apresentam falhas técnicas como a contração de polimerização: o *stress* resultante da contração de polimerização é transmitido à interface adesiva e ao restante tecido dentário causando deflexão das cúspides, infiltração marginal, traços de fratura no esmalte, e formação de lacunas. Estes fenómenos podem despoletar o aparecimento de cáries secundárias e, conseqüentemente, a perda da restauração. Nesse sentido, alguns estudos *in vitro* mostraram a necessidade de desenvolver estratégias para reduzir o *stress* proveniente da contração de polimerização dos compósitos (Versluis, Tantbirojn, & Douglas, 1998; Zorzin et al., 2015).

As resinas compostas contraem-se em direção às superfícies aderidas durante a fotopolimerização e a libertação do *stress* pode ser atingida pelo fluxo de material em fase de pré-gel das superfícies livres para o núcleo central. (Zorzin et al., 2015)

O fator C (a proporção de superfícies ligadas e superfícies livres) é reduzido ao minimizar a área de contacto entre a resina e as paredes da cavidade, como defende a técnica incremental. (Kwon, Ferracane, & Lee, 2012)

Na prática clínica, um grande número de pequenos incrementos leva a um aumento do tempo de operação e do grau de dificuldade do trabalho. Para além disso, a técnica incremental apresenta outras desvantagens como: a criação de vários espaços vazios podem ficar encarcerados entre os incrementos colocados e o aumento de risco de contaminação de cada camada. (Yazici, Antonson, Kutuk, & Ergin, 2017; Zorzin et al., 2015)

Verificou-se que o incremento não deve exceder uma espessura de 2mm no uso de resinas compostas com uma composição química convencional. Ao colocar resinas compostas em cavidades com uma profundidade superior a 2mm, a polimerização adequada só pode ser assegurada pela técnica incremental. É necessário atingir um grau de polimerização adequado para que sejam alcançadas propriedades físicas e mecânicas adequadas, bem como uma boa biocompatibilidade e uma boa resistência ao desgaste. (Moore, Platt, Borges, Chu, & Katsilieri, 2008; Zorzin et al., 2015).

Surgiu então um novo tipo de resinas compostas - os compósitos *bulk-fill* - que, de acordo com os fabricantes podem ser aplicados em grandes incrementos de 4 mm, ou mesmo de 5 mm, sem exigir um tempo de polimerização com irradiação aumentada (Bucuta & Ilie, 2014), ou sem afetar negativamente a contração de polimerização e a adaptação à cavidade ou o grau de conversão. (Czasch & Ilie, 2013)

Enquanto os primeiros *bulk-fill* a surgir no mercado - SDR® e Venus Bulk Fill® - eram compósitos fluídos (*flow*) - hoje em dia existem também compósitos *bulk-fill* de alta viscosidade disponíveis no mercado (Tetric EvoCeram Bulk Fill®, x-tra fil®, SonicFill®), podendo alguns destes ter ativação sónica (SonicFill®), são aplicados como um compósito fluido, que ainda pode ser contornado e esculpido. As resinas compostas com alta viscosidade não precisam de uma camada superficial e podem ser usados como material de preenchimento em massa (*bulk-fill*) de um passo (*single-step*). (Bucuta & Ilie, 2014)

Para além disso, compósitos fluídos têm um tempo de aplicação mais reduzido, pois não precisam de ser compactados. Enquanto a tendência das resinas compostas convencionais é a de maximizar o tamanho de cada incremento, no sentido de obter melhores propriedades mecânicas com a minimização do tamanho das partículas de carga para obter resultados mais estéticos, os compósitos *bulk-fill* contêm uma menor quantidade de partículas de carga. No entanto, se a carga for menor, menor será dureza do compósito. (Bucuta & Ilie, 2014)

A unidade de luz polimerizadora (LCU - *Light Curing Unit*) e o tempo de polimerização permanecem iguais em relação aos das resinas convencionais, ou seja com o mesmo tempo de exposição à luz, torna-se possível polimerizar uma camada com o dobro da espessura (Bucuta & Ilie, 2014)

1.1.3. Resinas compostas *Bulk-Fill* vs. Resinas Convencionais

A redução do tempo e a melhoria da conveniência associada aos materiais de preenchimento em massa, são vantagens dos compósitos da categoria *bulk-fill*. No entanto, houve um compromisso das propriedades mecânicas em comparação com a de materiais nanohíbridos mais convencionais disponíveis no mercado. (Leprince et al., 2014)

Foram feitas algumas mudanças na formulação dos compósitos convencionais com o propósito de eliminar ou reduzir a diminuição do volume e o *stress* de contração de polimerização; mudanças essas que envolveram a composição monomérica e as características das partículas de carga. Foram desenvolvidos novos monómeros (como: siloranos, dimetacrilato à base de ácido dimérico, uretano de tricicodecano (TCD), Bis-EMA) para os materiais restauradores à base de resina, e os mesmos foram incorporados em compósitos disponíveis no mercado. (Di Francescantonio et al., 2016)

No que diz respeito ao conteúdo de partículas de carga, os compósitos atuais (materiais microhíbridos e nanoparticulados) contêm uma maior porção de partículas inorgânicas (em volume e peso) com tamanhos reduzidas. Os compósitos podem ser classificados como nanoparticulados (tamanho médio de partícula 0,001-0,01 μm), microparticulados (0,01-0,1 μm), miniparticulados (0,1-1 μm) e macroparticulados (10- 100 μm), de acordo com o tamanho da partícula de carga. A maior parte dos produtos comercializados é híbrida, contendo diferentes tipos de partículas, como a sílica e o vidro, com dois ou mais tamanhos. A carga fez com que o conteúdo de partículas aumentasse (até 60% em volume), algo que fez com que a fase monomérica fosse reduzida e, conseqüentemente, reduzida a contração de polimerização. (Di Francescantonio et al., 2016)

As restaurações em resina composta feitas nos dentes posteriores falham principalmente por dois motivos: cárie secundária e fratura. A contração de polimerização é uma das principais limitações das resinas compostas convencionais - esta propriedade é resultante de forças de *stress* na interface dente-restauração - mas é amenizada pela técnica de inserção incremental, constituinte do protocolo de inserção do material na cavidade. Quando a força de adesão é suplantada por estas forças, são criadas fissuras, que poderão comprometer o sucesso clínico da restauração por recidiva de cárie. Em condições ideais nos materiais a contração de polimerização não deveria existir, evitando problemas ao operador e aumentando a longevidade da restauração. (Caneppele & Bresciani, 2016)

Apesar da técnica de enchimento em massa associada aos compósitos *bulk-fill* aumentar a distância a ser percorrida pela luz (pelo facto destes incrementos serem maiores que os das resinas convencionais) os fabricantes de compósitos *bulk-fill* afirmam que estes

possuem uma maior profundidade de polimerização e *um* menor *stress* associado à contração de polimerização do que os compósitos convencionais. (REIS et al., 2017)

Devido ao facto dos compósitos *bulk-fill* possuírem propriedades mecânicas inferiores em comparação com um composto nanohíbrido, com maior percentagem de partículas de carga, o seu prognóstico em restaurações sujeitas a cargas oclusais elevadas, pode não ser favorável. A diminuição significativa da dureza de alguns dos materiais *bulk-fill* investigados, gera alguma preocupação ao nível da estabilidade da restauração a longo prazo, algo que claramente indica a falta de um material de recobrimento (para a camada mais superficial), não só para melhorar a sua translucidez, mas para reduzir o impacto da degradação. (Leprince et al., 2014)

Um dos problemas associados às resinas compostas fotopolimerizadas, é a limitação da sua profundidade de polimerização ou a insuficiente conversão de monómeros em profundidade. Desde a introdução destes materiais que o grau de conversão foi considerado vital para o sucesso clínico dos mesmos. As resinas compostas polimerizam só até uma certa profundidade, pois este fenómeno está dependente da penetração de luz visível através da maior parte do material. Uma polimerização insuficiente, poderá levar à diminuição das propriedades físicas/mecânicas e biológicas dos compósitos de resina. (Alrahlah, Silikas, & Watts, 2014)

Os materiais do tipo *bulk-fill* apresentaram um rácio de dureza profundidade/topo comparável aos rácios dos compósitos convencionais apesar do facto dos seus incrementos terem uma maior espessura. Em compósitos *bulk-fill*, a extensão do desenvolvimento da dureza pós-irradiação e a polimerização parece ser influenciada pelo valor de dureza inicial (quanto menor for o valor inicial, maior será o aumento da dureza pós-irradiação). (Alshali, Salim, Satterthwaite, & Silikas, 2015)

O conteúdo de carga inorgânica, a estabilidade térmica inicial e a cinética da decomposição térmica (*thermal decomposition kinetics*) medida por análise termogravimétrica são variáveis entre compósitos *Bulk-fill* distintos. (Alshali et al., 2015)

Num estudo de 36 meses de que comparou o desempenho clínico de resinas *bulk-fill* com as o (nanohíbridas) mostrou que as resinas *bulk-fill* tinham um melhor comportamento clínico em termos de adaptação e descoloração marginal.

1.1.4. Cor

As impressões visuais interpõem-se no nosso quotidiano. A estética era por vezes definida como a "arte da percepção" (na Grécia antiga). A cor é, no fundo, uma onda de energia com um comprimento de onda singular que determina a cor que o olho deteta. (Betrisey, Krejci, Di Bella, & Ardu, 2016)

Um material restaurador estético deve simular o dente natural na sua cor, translucidez e textura (bio mimetismo). Esses materiais também devem manter a estabilidade da cor por longos períodos de tempo. (Nasim, Neelakantan, Sujeer, & Subbarao, 2010)

A descoloração das restaurações dentárias pode dever-se a dois tipos de causas: intrínsecas ou extrínsecas. As causas extrínsecas englobam alterações da cor da superfície, implicando uma degradação superficial ou uma ligeira penetração e reação de agentes de coloração no interior dessa camada. (Nasim et al., 2010)

Os dentes humanos são estratificados por várias camadas, compostas por dentina e esmalte, ambos com características óticas distintas. O esmalte é mais translúcido e tem um menor croma, enquanto a dentina é mais saturada e opaca. Para mimetizar estes dois substratos naturais, existem dois materiais restauradores artificiais disponíveis - as resinas compostas e as cerâmicas. Hoje em dia, as resinas compostas são usadas para melhorar a estética do sorriso, no sentido de obter resultados satisfatórios através de uma abordagem minimamente invasiva, a um custo relativamente baixo e com um desempenho clínico relativamente alto. (Betrisey et al., 2016)

Alguns dos fatores com papel preponderante na influência da aparência estética das restaurações são: a cor, a translucidez, o brilho e a fluorescência. Cada um destes, ao ser percebido pelo observador (um médico dentista, um técnico ou um paciente), é influenciado por vários fatores como a fonte de luz, os parâmetros óticos inerentes ao material restaurador (que ditam a interação deste com a luz), o material, e a interpretação que é feita por parte do observador. (Suhasini, Koppolu, Chinni, & Lavanya, 2015)

O observador recebe a luz refletida ou transmitida por objeto e depois interpreta os resultados dessa percepção. Em variados casos, o observador usa o olho humano como um detetor. As respostas dos olhos humanos, variam de indivíduo para indivíduo. (Suhasini et al., 2015)

Tonalidade (hue) é o nome atribuído à cor. É definida como a variedade particular de uma cor. VIBGYOR (Violet, Indigo, Blue, Green, Yellow, Orange, Red, ou, em português: Violeta, Indigo, Azul, Verde, Amarelo, Laranja, Vermelho) é um sigla usada para os matizes do espectro. Na dentição definitiva mais jovem, a tonalidade tende a ser semelhante ao longo de toda os dentes. Com o envelhecimento, as variações na tonalidade geralmente ocorrem devido à pigmentação intrínseca e extrínseca. Mais natural. A maior parte dos dentes definitivos naturais tende a ficar num intervalo entre o amarelo e amarelo-vermelho. (Suhasini et al., 2015)

A croma é uma propriedade ótica, que define a saturação ou intensidade da tonalidade, ou seja, esta só pode existir com a existência de tonalidade. Por exemplo, se tivermos um copo com água e deitarmos uma gota de tinta azul, a água irá ter uma aparência azul clara. À medida que são formos adicionando mais gotas, não haverá mudança de tonalidade, pois todas as gotas provêm da mesma fonte. O meio vai ficando progressivamente mais saturado, ou seja, o croma vai sendo aumentado. (Suhasini et al., 2015)

O valor é uma propriedade ótica que nos permite definir o brilho ou a escuridão de uma cor, i.e. um dente claro tem um alto valor e um dente escuro tem um baixo valor. Não é a quantidade de "cor" cinza, mas sim a qualidade do brilho na escala do cinzento que entra neste parâmetro.

A cor de um dente é essencialmente definida por propriedades inerentes à dentina, mas as propriedades óticas do esmalte também foram amplamente estudadas, visto que o esmalte também tem efeitos (apesar de serem menores, quando comparados aos da dentina), perceptíveis sobre a cor e a translucidez do dente natural. (Oguro et al., 2016; Suhasini et al., 2015)

A translucidez e espessura da camada de esmalte podem controlar a influência cromática da dentina no aspecto de um dente natural. O esmalte e a dentina condicionam a absorção e a transmissão de luz no interior do dente. As restaurações diretas colocadas sobre a dentina deverão mimetizar as propriedades do esmalte de forma óptica (biomimetismo). É sabido que o esmalte tem propriedades óticas como a fluorescência e a opalescência. A fluorescência não contribui para a cor detetada visualmente bem como não têm influência sobre a cor do dente através da opalescência,

que é definida como a dispersão da luz no comprimento de onda azul. Foi demonstrado que os parâmetros da cor do dente (matiz, croma e valor) foram influenciados pela variabilidade na composição mineral do esmalte, ou seja, o tamanho e o grau de carbonização dos cristais de hidroxiapatite do esmalte (HA). (Oguro et al., 2016)

Fenómenos macroscópicos como a composição da matriz, das partículas e da respetiva carga, bem como os próprios pigmentos, o agente de ligação e os componentes de iniciação, são responsáveis pela cor e translucidez associada às resinas compostas. (Yu & Lee, 2008)

A estrutura dos compósitos e as características da carga inorgânica têm um impacto direto na suavidade da superfície do compósito e na suscetibilidade do mesmo à pigmentação extrínseca. Vários estudos mostraram que as resinas compostas são suscetíveis à alteração de cor quando expostas a soluções de coloração, nomeadamente: vinho tinto, café, cola, chá e whisky. A alteração cromática depende tanto da absorção de água por parte do composto, como da sua matriz hidrofílica de resina que torna o compósito permeável aos agentes pigmentantes. (Festuccia, Garcia, Cruvinel, & Pires-De-Souza, 2012)

A estética de uma restauração é melhor quanto menor for o número e a dimensão das partículas inorgânicas nas resinas compostas, pois estas controlam a dispersão da luz, e esta por sua vez, dita a opacidade do compósito. Ou seja, as resinas com partículas de maior dimensão, são mais opacas, pois há uma maior dispersão da luz. Associa-se uma menor degradação da interface/matriz a uma menor quantidade de água absorvida pela rede de polímero, resultando numa menor alteração colorimétrica. (Festuccia et al., 2012)

1.2. A Clorhexidina

Foi em Inglaterra, no ano de 1940 que a clorhexidina foi desenvolvida, embora a sua capacidade de inibição da ação do biofilme dentário só tenha sido investigada por Schroeder no ano de 1969. Este composto pode apresentar-se em variadas fórmulas - diacetato, diglucunato, e hidrocloreto - disponíveis em diferentes concentrações. Em termos de estrutura molecular, esta é simétrica e composta por 4 anéis de clorofenil e dois grupos biguanida unidos por uma ponte central de hexametileno. Ao passo que

baixas concentrações possuem um efeito bacteriostático, altas possuem efeito bactericida. (Kow, Low, Ruben, Zaharul-Azri, & Ng, 2017; Scheibler et al., 2017)

Doenças orais como a cárie dentária e as doenças periodontais constituem um grande problema de saúde pública, são das doenças mais prevalentes na humanidade. Estas são causadas principalmente pela existência de uma microbiota complexa que se estabelece como placa dentária - um biofilme microbiano complexo com mais de 750 espécies bacterianas diferentes. Os biofilmes de placa sobre os dentes proporcionam às bactérias um ambiente resistente devido às suas estruturas estáveis, sendo acostumadas exclusivamente a superfícies que não destroem. (Saleem, Seers, Sabri, & Reynolds, 2016)

Hábitos de higiene oral regulares são vitais para a saúde oral. O uso regular de fio dentário bem como a escovagem dos dentes são o *gold standard* dos procedimentos de higiene no controlo da placa dentária. No entanto, mesmo que sejam enfatizados os métodos de controlo mecânico da placa bacteriana, produtos de higiene oral, tais como pastas de dentes e colutórios compostos por agentes antimicrobianos são produtos bastante promovidos pelos fabricantes como um auxílio adicional no controlo da placa e da gengivite. Uma gama de agentes antibacterianos (antisséticos), tais como a clorhexidina (CHX), o triclosan, óleos essenciais e sais de metais à base de estanho e zinco, são compostos que entram na composição de produtos de higiene oral comercializados para ajudar no controlo da placa dentária e da halitose. A CHX é um composto que apresenta uma baixa toxicidade e uma grande afinidade com as proteínas salivares e também exibe um amplo espectro de atividade contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, leveduras, dermatófitos e vírus lipofílicos, sendo considerada estável, segura e eficaz no controlo de placa e gengivite. (Kouadio et al., 2017; Saleem et al., 2016)

O digluconato de clorhexidina é um composto frequentemente usado na Medicina Dentária, estando presente em produtos tais como: soluções limpeza cutânea para fases pré-operatórias, sabonetes germicidas, irrigantes intracanales, colutórios (atuando como adjuvante no tratamento da doença periodontal e da gengivite), produtos para tratamento da candidíase oral e para a redução da bacteremia pós-cirúrgica de implantes. (Aqeel, Siddiqui, Anwar, Shah, & Khan, 2016; Kow et al., 2017; Scheibler et al., 2017)

1.2.1. Interação da Clorhexidina com Resinas compostas

A pigmentação das resinas compostas deve-se, como já foi mencionado, a fatores intrínsecos e/ou extrínsecos. Os fatores intrínsecos estão na origem da pigmentação da própria resina, bem como na alteração da sua matriz e nas modificações na interface da matriz e dos enchimentos. A matriz de resina foi considerada crítica para a estabilidade da cor, e a coloração pode estar relacionada a um alto teor de resina e de absorção de água. A escolha da cor tem um papel preponderante na obtenção de bons resultados, mas, mesmo que esta seja adequada, não constitui um fator de impedimento para pigmentação das restaurações, que pode ocorrer ciclicamente. Esta mesma alteração de cor torna-se inaceitável, podendo mesmo culminar na substituição das restaurações. (Celik, Yuzugullu, Erkut, & Yamanel, 2008)

A CHX é um antisséptico catiónico com alto potencial de pigmentação, podendo fazer com que os dentes e os tecidos moles ganhem uma cor acastanhada: esta pode libertar compostos de sulfidrilo que reagem com substâncias presentes na saliva (como por exemplo, hidratos de carbono), Fe^{3+} (ferro) e polifenóis, dando origem a sulfetos ferrosos orgânicos que se depositam nos tecidos moles e nos dentes, pigmentando estas estruturas. (Reggiani, Feitosa, & de Araújo, 2015; Scheibler et al., 2017)

O potencial pigmentante dos colutórios de CHX confirma-se, mas apesar deste efeito secundário, o uso de clorhexidina na área da cirurgia periodontal é uma prática comum, que pode causar pigmentação das restaurações estéticas a resina composta destes pacientes. (Khosravi, Esmacili, Nikzad, & Khafri, 2016)

A CHX também é capaz de desnaturar elementos do biofilme e a pigmentação que provoca pode ter duas causas: desenvolvimento de sulfetos pigmentados ou precipitação de pigmentos presentes na dieta. (Moreira, Mattos, de Araújo, de Oliveira Ruellas, & Sant'Anna, 2013)

O consumo de produtos com substâncias pigmentantes, pode causar alteração de cor nas restaurações, constituindo um problema no campo da dentisteria estética. A alteração da cor da resina para começa a ser evidente graças a mudanças que ocorrem nas partículas de carga e na matriz, ou na interface matriz-carga (fatores intrínsecos) ou absorção de corantes de variados consumíveis - chá, café, nicotina e colutórios à base de clorhexidina (fatores extrínsecos). (Khosravi et al., 2016)

Em 2016, os resultados do estudo "*Color Stability of Nanofilled and Microhybrid Resin-Based Composites Following Exposure to Chlorhexidine Mouthrinses: An In Vitro Study*" mostraram alterações colorimétricas aceitáveis, quando conservados a 37°C em saliva artificial e após 2 semanas de agitação em colutórios de CHX, embora a pigmentação tenha sido mais evidente associada a colutórios que contivessem ácido cítrico e álcool, o que limita a sua prescrição. Os compósitos nanoparticulados mostraram uma melhor estabilidade de cor que os microhíbridos. (Khosravi et al., 2016)

1.3. Aparelhos medidores de cor

A cor, é um parâmetro relevante na forma como o paciente avalia a qualidade da restauração, principalmente, no setor anterior. (Gómez-Polo, Gómez-Polo, Celemin-Viñuela, & De Parga, 2014)

O estudo da cor tem um papel crucial na área da Dentisteria estética, no sentido de atingir o melhor biomimetismo dos dentes naturais. Nesse sentido é fundamental conhecer e compreender todos os aspetos associados à cor do dente e aos materiais de restauração disponíveis. (Gómez-Polo et al., 2014)

Vários autores afirmam que a escolha da cor pode ser feita de duas formas: visualmente (método subjetivo), através de escalas visuais (*shade guides*), ou instrumentalmente (método objetivo), pelo uso de um espectrofotómetro. Apesar do uso das escalas ser um método bom, vulgarmente usado na prática clínica, podem ser introduzidos erros na leitura da cor que adulteram os resultados da observação, tais como: a iluminação envolvente, o ângulo de visão, a maquilhagem, a roupa, obviamente, a percepção cromática do operador. (Gómez-Polo et al., 2014)

Ao utilizar equipamentos indicados para análise colorimétrica, são eliminados erros subjetivos na interpretação da cor, sendo esta, uma forma mais precisa para avaliar as diferenças de cor do que a vista desarmada. (Ceci et al., 2017; Okida, Santos, Okida, & Machado, 2014)

O espectrofotómetro, é um equipamento que surgiu nos anos 90 e que tornou possível a medição da cor dos dentes através da leitura dos três componentes da cor, independentemente do tipo de superfície estudada. (Moreira et al., 2013)

Colorímetros, espectrofotômetros e sistemas de câmaras digitais com *software* correspondente são alguns exemplos de aparelhos usados na detecção da cor, sendo que os dois primeiros incorporam sistemas de iluminação padronizada que devem ser isolados da luz ambiente. (Igiel, Weyhrauch, Wentaschek, Scheller, & Lehmann, 2016)

O espectrofotômetro é um aparelho que estima a cor ao medir a quantidade de energia da luz refletida a partir de um objeto num intervalo compreendido que vai de 1 a 25 nm em todo o espectro da luz visível. (Igiel et al., 2016)

O correto posicionamento do aparelho de espectrofotometria é crucial para a obtenção de leituras precisas da cor. (Gómez-Polo et al., 2014)

As propriedades óticas - valor, o matiz e o croma - contribuem para a descrição da cor dentária, embora existam propriedades secundárias mais subtis com influência no aspecto geral dos dentes como: a translucidez, a opalescência, o brilho, a opacidade, o brilho superficial e a fluorescência. Apesar de tudo as propriedades mais influentes na qualidade e quantidade de luz refletida são a translucidez, a opacidade e opalescência. (Guerra et al., 2015)

Atualmente, o sistema CIE $L^*a^*b^*$ criado e desenvolvido pela *Comission Internationale de L'Eclairage* é o mais utilizado nas pesquisas *in vivo* e *in vitro*, envolvido na colorimetria para materiais dentários. (del Mar Pérez et al., 2016)

Quanto maior o valor, maior a diferença de cor e, por conseguinte, mais perceptível é essa diferença para o olho humano. As diferenças de cores no sistema CIELAB (ΔE_{ab}) são facilmente calculadas como a distância euclidiana para medir o total distância dentro deste espaço de cores, ou como resultado das diferenças em cada uma das três propriedades óticas - L^* , C^* e H^* - as diferenças de valor, croma e matiz, respectivamente. (del Mar Pérez et al., 2016)

Este sistema tem sido responsável pela introdução dos principais sistemas de cores, conceitos de diferença de cor (ΔE) e padrões de valor que são usados na ciência da cor. Considera-se o espaço de cores CIELAB, um espaço cromático definido longo de dois eixos, a^* de $-a^*$ (verde = - 80) para $+a^*$ (vermelho = + 80) e b^* de $-b^*$ (azul = - 80) para $+b^*$ (amarelo = + 80). A variável L^* corresponde ao brilho e os seus valores podem ir de 0 (preto) a 100 (branco). (Betrissey et al., 2016; Celik et al., 2008; Marconyak et al., 2016)

O Delta E (ΔE) tem sido classicamente considerado o parâmetro padrão para total diferença de cor entre dois objetos. Segundo a métrica do sistema CIELAB, quanto o maior o valor, maior a diferença de cor, e, conseqüentemente, mais perceptível é a diferença para o olho humano. (Pecho, Ghinea, Alessandretti, Pérez, & Della Bona, 2016)

O sistema CIELAB foi selecionado para este estudo, pois permite para calcular a diferença de cor entre as amostras usando simplesmente a seguinte fórmula matemática:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

Na qual " ΔL ", " Δa " e " Δb " representam as diferenças nos respectivos parâmetros: L^* , a^* e b^* e onde Delta E (ΔE) caracteriza a diferença de cor. (Pecho et al., 2016)

Quando ΔE obtido está entre valores de 1 e 3, a mudança de cor é perceptível ao olho humano do examinador. Quando o valor de ΔE é igual ou superior a 3.3, a mudança de cor é clinicamente inaceitável. (Khosravi et al., 2016; Marconyak et al., 2016)

1.4. Scanning Electron Microscope (SEM)

O *Scanning Electron Microscope* (SEM) ou microscópio eletrônico de varrimento (MEV), é um aparelho constituído por uma coluna que envolve um canhão emissor de um feixe de elétrons (ao invés de um de fótons como no microscópio ótico convencional), uma objetiva, duas lentes condensadoras e um sistema de detecção de elétrons com um conjunto de defletores, que funcionam sob vácuo. (Dedavid, Gomes, & Machado, 2007)

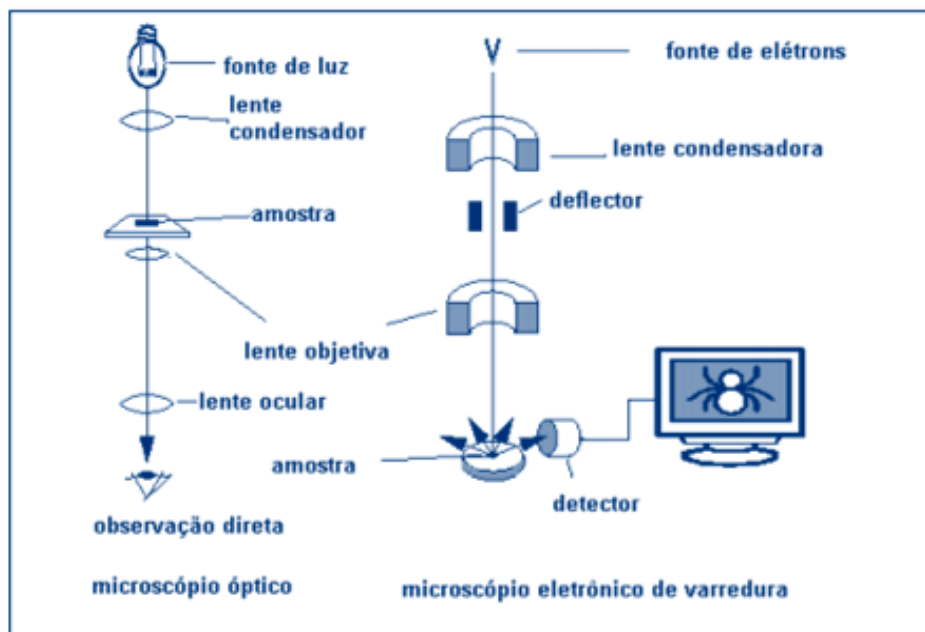


Figura 2: Representação esquemática que compara o microscópio óptico convencional ao SEM

O princípio de SEM é o de explorar, ponto a ponto, a superfície de uma amostra inserida numa câmara de vácuo (através de um varrimento sucessivo de linhas), bombardeando-a com um feixe de elétrons de pequeno diâmetro e transmitindo o sinal do detector a uma tela catódica cujo varrimento está sincronizado com o do feixe incidente. É através da conversão da interação do feixe incidente com a superfície da amostra que é obtida a imagem. (Dedavid et al., 2007; Khursheed, 2011)

O sinal recolhido pelo detector é utilizado como regulador o brilho ecrã, permitindo a visualização das amostras. A maioria dos microscópios contém um filamento de tungsténio, que, ao ser aquecido, funciona como fonte de elétrons, operando num intervalo de tensões de aceleração de 1 a 50 kV. (Dedavid et al., 2007)

O SEM permite a obtenção de informações estruturais e úteis das amostras, permitindo avaliar a microestrutura dos materiais restauradores, bem como as alterações na sua morfologia e textura de superfície após o efeito de materiais de acabamento/polimento e ou químicos. (Bagheri, Burrow, & Tyas, 2007)

A rugosidade de superfície dos materiais dentários intraorais é um fator de relevância clínica, na medida em que pode influenciar a retenção bacteriana, pelo facto da área de superfície ser maior numa face rugosa que numa plana, criando oportunidades para uma maior adesão bacteriana. Nesse sentido, as mudanças na rugosidade da superfície

podem contribuir para a prevenção da cárie, da gengivite, da periodontite e da estomatite.

1.5. Objetivos do estudo

Este estudo tem como objetivo avaliar as alterações colorimétricas e da morfologia de superfície provocadas por colutórios à base de clorhexidina disponíveis no mercado: EludrilCare (CHX a 0,05%), EludrilClassic (CHX a 0,1%) e EluPerio (CHX a 0,12%).

1.5.1. Hipóteses

Foram formuladas várias hipóteses para este estudo, entre as quais:

Hipótese de estudo 1

H₀ : Os colutórios à base de CHX não provocam degradação de superfície de resinas compostas *bulk-fill*.

H₁ : Os colutórios à base de CHX provocam degradação de superfície de resinas compostas *bulk-fill*.

Hipótese de estudo 2

H₀ : Os colutórios à base de CHX não provocam alterações colorimétricas em resinas compostas *bulk-fill*.

H₁ : Os colutórios à base de CHX provocam alterações colorimétricas em resinas compostas *bulk-fill*.

Hipótese de estudo 3

H₀ : Os colutórios à base de CHX não provocam alterações colorimétricas nem degradação de superfície em resinas compostas *bulk-fill*.

H₁ : Os colutórios à base de CHX provocam alterações colorimétricas bem como degradação de superfície em resinas compostas *bulk-fill*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

2.1.1. Instrumentos e Equipamentos

1. Espátula reta (Asa Dental – Bozzano, Italy)
2. Espátula angulada (Asa Dental – Bozzano, Italy)
3. Placa de vidro de mistura
4. Matriz metálica 4mm-4mm (Figura 7)
5. Folhas de acetato
6. Discos do Sistema de polimento e acabamento Sof-Lex™ (Cor de laranja) (Figura 12)
7. Fotopolimerizador Elipar™ DeepCure-S LED *Curing Light*, (3M ESPE) (Figura 6)
8. Radiômetro *Optilux* (Kerr – Middleton, USA) (Figura 8)
9. Estufa de Incubação (Mettmert INE 400 - Mettmert, Germany) a 37°C (Figura 11)
10. VWR Mini Vórtexer (Henry Troemner LLC- USA) (Figura 7)
11. Contra-ângulo NSK
12. Espetrofotômetro SpectroShade™ Micro (MHT - Niederhasli, Switzerland) (Figura6)
13. *Scanning Electron Microscope* JSM -5400 (JEOL) (Figura 15)

2.1.2. Resinas Compostas Usadas no Estudo (Tabela 1)

1. Filtek™ One Bulk Fill Restorative das cores A1, A2, A3 e C2. (3M ESPE – Minnesota, USA) (Tabela 1)

Resina Composta/ Cor	Matriz Inorgânica/Tamanho das partículas	Matriz Orgânica	Peso da carga inorgânica
Filtek™ One Bulk Fill Restorative / Cor A1,A2, A3 e C2	Silica / 20nm (non- agglomerated/non- aggregated) Zirconia / 4-11nm (non- agglomerated/non- aggregated) Zircónia/sílica <i>cluster</i> <i>Ytterbium trifluoride</i> / 100nm	AUDMA AFM UDMA DDDMA	76,5% por peso, 58,5% por volume

Tabela 1 : Resinas usadas no estudo e respetiva composição



Figura 3: Seringas das resinas compostas utilizadas no estudo: Filtek™ One Bulk Fill Restorative das cores A1, A2, A3 e C2 (de cima para baixo)

Colutórios (Tabela 2)

1. EludrilCARE, Pierre Fabre (Figura 4a)
2. EludrilCLASSIC, Pierre Fabre (Figura 4b)
3. EluPERIO, Pierre Fabre (Figura 4c)
4. Água Destilada

Os colutórios selecionados são do mesmo fabricante/laboratório (© **Pierre Fabre Portugal**), mas no entanto apresentam diferentes concentrações de CHX. As amostras de Controlo foram agitadas em água destilada.

Soluções	Concentração / Composição
EludrilCARE	Clorhexidina 0,05% + Cloreto de Cetilpiridínio 0,05% / Glycerin, Alcohol, Aqua (Water), Aroma (Flavor), Benzyl alcohol, Chlorhexidine Digluconate, Chlorobutanol, CI 16255, Citral, Citronellol, Diethylhexyl Sodim Sulfosuccinate, Eugenol, Limonene, Linalool, Menthol.
EludrilCLASSIC	Clorhexidina 0,1% + Clorobutanol 0,5% / Water (Aqua), Propylene glycol, Xylitol, Glycerin, PEG-40 Hydrogenated Castor Oil, Benzyl Alcohol, Cetylpyrindinium Chloride, Chlorhexidine Digluconate, CI 16255, Flavor (Aroma), Limonene, Potassium Acesulfame.
EluPERIO	Clorhexidina 0,12% - Aqua (Water), Propylene glycol, Glycerin, PEG-40 hydrogenated castor oil, CI 16255 (Acid Red 18), Benzyl Alcohol, Chlorhexidine digluconate, Aroma (Flavor), Limonene, Potassium acesulfame.
Água Destilada	-

Tabela 2: Colutórios utilizados no estudo

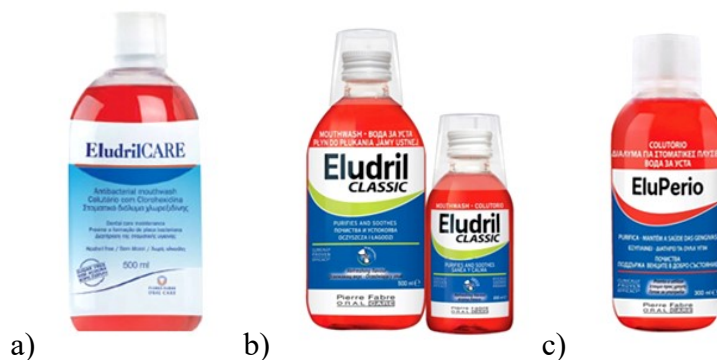


Figura 4: Colutórios utilizados no estudo: a) EludrilCARE; b) EludrilCLASSIC; c) EluPERIO.

2.2. Métodos

2.2.1. Preparação das amostras

As amostras (n=136) foram preparadas a partir de uma matriz de aço-inoxidável com 4mm de diâmetro e 4mm altura (Figura 7). A resina composta foi inserida em incrementos de 4mm com uma espátula angulada. Colocou-se uma folha de acetato sobre a matriz metálica e exerceu-se pressão sobre a matriz e a folha de acetato, durante 30 segundos, usando uma placa de vidro temperado, de forma a uniformizar a superfície. As amostras foram fotopolimerizadas, individualmente, com um fotopolimerizador Elipar™ DeepCure-S LED *Curing Light*, 3M ESPE (Figura 6), durante 20 segundos. A densidade da potência do fotopolimerizador em questão, foi controlada ciclicamente (de 10 em 10 amostras) por um radiômetro (Figura 8), para que não atingisse valores inferiores a 1000 mW/cm². Depois de preparadas, as amostras foram conservadas em água destilada numa estufa a 37°C, em frascos devidamente rotulados de acordo com a cor e a concentração do colutório de CHX com o qual iriam ser agitadas. 24 horas depois, foi efetuado o polimento das mesmas com discos *sof-flex* de composição fina e flexível com revestimento em óxido de alumínio durante 30 segundos à velocidade de 30 rpm e com refrigeração constante. Estes discos são usados na prática clínica para o polimento de restaurações e são protocolarmente são indicados para o polimento das resinas Filtek™ One Bulk Fill Restorative pelo fabricante (3M).

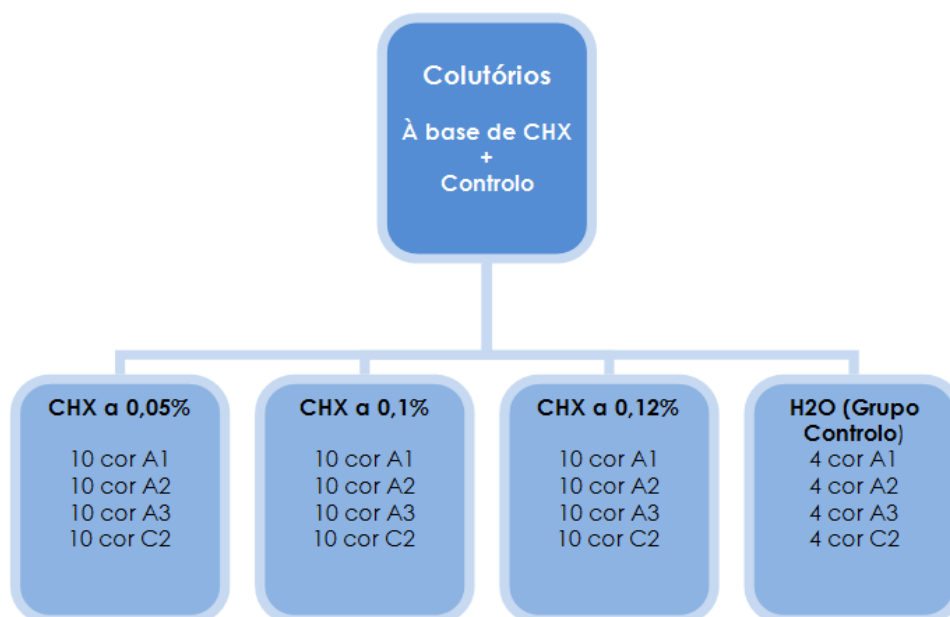


Figura 5: Distribuição das amostras de resina *bulk-fill* pelos colutórios de CHX em estudo



Figura 7: Matriz metálica (4mm-4mm)



Figura 6: Fotopolimerizador Elipar™ DeepCure-S LED Curing Light, (3M ESPE)

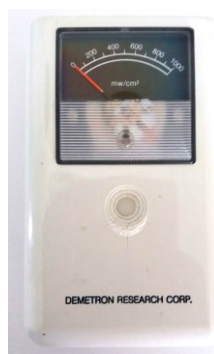


Figura 8: Radiômetro *Optilux* (Kerr – Middleton, USA)



Figura 9: SpectroShade™ Micro (MHT Niederhasli, Switzerland)



Figura 10: VWR Mini Vórtexer
(Henry Troemner LLC- USA)



Figura 11: Estufa de Incubação
(Memmert INE 400 - Memmert,
Germany)

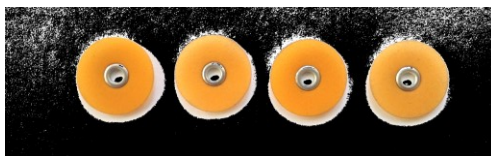


Figura 12: Discos de Polimento
Sof-Flex 3M



Figura 13: Scanning Electron Microscope JSM -5400 (JEOL)

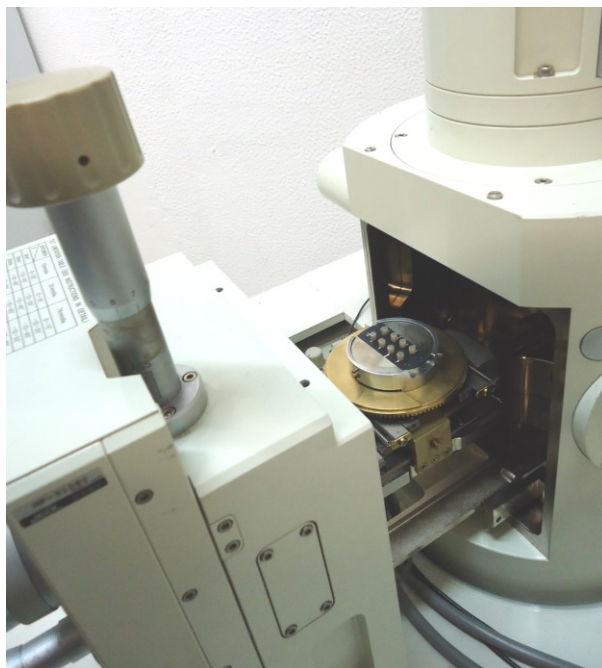


Figura 14: Colocação das amostras para observação após recobrimento com prata coloidal e paládio



Figura 15: Observação das amostras no SEM

2.2.2. Imersão nos colutórios

As amostras (n=136) foram divididas por 16 grupos, sendo 12 deles (grupos sujeitos à imersão em colutórios à base de CHX) compostos por 10 amostras, e os 4 restantes (de controlo em água destilada) compostos por 4 amostras (Figura 5). Os grupos foram organizados de acordo com as 4 cores de compósito (A1, A2, A3, C2) Filtek™ One Bulk Fill Restorative e com os colutórios em estudo: EludrilCare (CHX a 0,05%), EludrilClassic (CHX a 0,1%) e EluPerio (CHX a 0,12%) e Água Destilada – grupo controlo). Os cilindros de Resina Composta Filtek™ One Bulk Fill Restorative foram imersos diariamente (durante 15 dias) por 1 minuto, em 2mL de colutório com agitação no Vórtex (Figura 10) à velocidade de 10 rpm. Após cada imersão, as amostras voltavam a ser armazenadas em água destilada a 37°C até à seguinte imersão.

2.2.3. Análise da cor das amostras

O espectrofotómetro SpectroShade™ Micro (MHT - Niederhasli, Switzerland) foi utilizado na leitura de cor das amostras, e, para tal, foi criada uma chave em elastómero do tipo *putty* (com um nicho cilíndrico central para a colocação da amostra a observar), perfeitamente adaptada à câmara escura do equipamento, no sentido de isolar da melhor maneira possível, as amostras da luz ambiente de forma a evitar a introdução de erros nas medições.

As alterações colorimétricas das amostras foram analisadas quantitativamente através do sistema CIE $L^*a^*b^*$. Foram observadas 4 amostras de controlo de cada resina composta (não expostas aos colutórios) para registar a cor inicial e 10 amostras de cada grupo para determinação das alterações de cor provocadas pelos colutórios. 15 dias depois, ao concluir os procedimentos laboratoriais, as amostras foram submetidas a novas medições dos valores de " $L^*a^*b^*$ " pelo mesmo aparelho, usando exatamente a mesma chave de elastómero, no sentido de certificar que as medições eram feitas nas mesmas condições de luz e posição que as iniciais. Foram medidos os três parâmetros de cor, de acordo com as instruções do fabricante do equipamento. Os dados obtidos através das medições, foram registados numa base de dados.

2.2.4. Análise da degradação de superfície

Utilizou-se o *Scanning Electron Microscope* (SEM) para a avaliar qualitativamente as alterações dos colutórios à base de CHX sobre a morfologia de superfície dos compósitos *bulk-fill* em estudo. (Di Francescantonio et al., 2016)

Foram selecionadas três amostras de cada grupo (n=60) de forma a avaliar a degradação de superfície das amostras submetidas à ação dos colutórios com as amostras do grupo de controlo (imerso em água destilada).

As amostras foram secas numa câmara a alto vácuo e posteriormente recobertas com paládio, sob alto vácuo e com uma dispersão coloidal de prata, para serem observadas ao SEM. (Jarvis, Brooker, & Goodacre, 2004) (Figuras 16 e 17)

Para este procedimento, foram colocadas 8 amostras por cada um dos pratos de observação, devidamente legendadas de forma a comparar a morfologia de superfície consoante a cor e a concentração de CHX usada. (Figura 18)

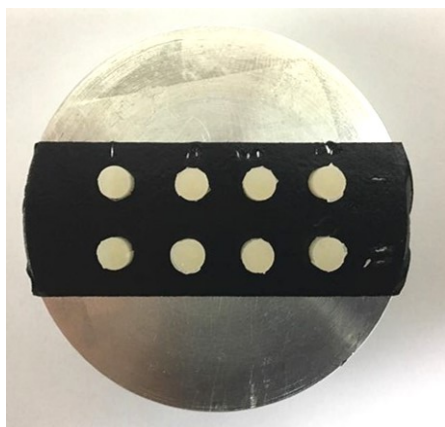


Figura 17: Amostras antes do recobrimento com prata-paládio.



Figura 16: Amostras após recobrimento com prata-paládio

I	II	III	IV	
A1 (H2O)	A1 (0,05%)	A1 (0,1%)	A1(0,12%)	I
A2 (H2O)	A2 (0,05%)	A2 (0,1%)	A2(0,12%)	II

I	II	III	IV	
A3 (H2O)	A3 (0,05%)	A3 (0,1%)	A3(0,12%)	II
C2 (H2O)	C2 (0,05%)	C2 (0,1%)	C2(0,12%)	I

Figura 18: Representação esquemática das duas categorias de pratos de observação do estudo

2.2.4. Análise estatística

Para a análise das alterações colorimétricas, foi tomado como referência um nível de significância de $\leq 0,05$, para aceitação ou rejeição da hipótese nula. Os parâmetros inerentes à cor, foram analisados por intermédio do Sistema CIE $L^* a^* b^*$. As variações de cor foram calculadas através da fórmula $\Delta E = [(L^* \text{ final} - L^* \text{ média do grupo de controlo})^2 + (a^* \text{ final} - a^* \text{ média do grupo de controlo})^2 + (b^* \text{ final} - b^* \text{ média do grupo de controlo})^2]^{1/2}$. Nesta fórmula, $L^* \text{ final}$, $a^* \text{ final}$ e $b^* \text{ final}$ caracterizavam as coordenadas auferidas nas amostras sujeitas à imersão nos três colutórios EludrilCare, EludrilClassic e EluPerio em comparação com um média de 4 observações apenas submetidas a água destilada (grupo de controlo).

Os dados obtidos através do espectrofotómetro foram analisados de forma quantitativa e submetidos a uma análise estatística comparativa e descritiva recorrendo ao *software* IBM SPSS versão 21 para o Windows® (SPSS Inc. Chicago IL, USA).

Foram usadas medidas de frequência absoluta e relativa, médias e respetivos desvios padrão bem como valores máximos e mínimos. Recorreu-se ao uso do teste ANOVA Two-way e de intervalos de confiança a 95% para o tratamento estatístico dos resultados.

3. RESULTADOS

3.1. Análise quantitativa com espectrofotômetro

A análise quantitativa colorimétrica pós-imersão nos diferentes colutórios foi realizada recorrendo ao uso do equipamento de espectrofotometria SpectroShade™ Micro (MHT - Niederhasli, Switzerland). Foram efetuadas duas comparações: uma inerente à alteração de cor entre as resinas da mesma cor quando expostas ao mesmo colutório, outra, relativa aos valores de descoloração da mesma cor de resina composta *bulk-fill* exposta a diferentes colutórios.

Para comparar os valores médios de ΔE , tendo por base a avaliação dos potenciais efeitos de dois fatores, cor da resina e concentração do colutório de CHX, foi utilizado o teste estatístico ANOVA Fatorial (*two-way*). Realizou-se à *posteriori* o teste Tukey HSD, que permite avaliar as alterações colorimétricas, de forma isolada para cada um dos grupos.

O teste ANOVA Fatorial permite identificar, a nível estatístico, qual, ou quais os fatores são responsáveis pela variação nos valores médios de ΔE , isto é, permite avaliar se os dois fatores considerados, concentração de CHX e cor, ou a interação de ambos, têm influência nas alterações colorimétricas das resinas compostas *bulk-fill* em estudo. Este teste também permitiu identificar a magnitude dos efeitos para os fatores considerados.

Delta E								
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.	Eta parcial quadrado	Noncent. Parâmetro	Poder observado ^b
Modelo corrigido	221,016 ^a	15	14,734	25,810	,000	,763	387,144	1,000
Intercepto	370,402	1	370,402	648,818	,000	,844	648,818	1,000
chx				106,217	,000	,726	318,652	1,000
cor				7,298	,000	,154	21,893	,982
chx * cor				3,489	,001	,207	31,403	,984
Erro	68,507	120	,571					
Total	864,120	136						
Total corrigido	289,523	135						

a. R Quadrado = ,763 (R Quadrado Ajustado = ,734)

b. Calculado usando alfa = ,05

Tabela 3: Output SPSS relativo ao teste ANOVA *two-way*: testes de efeitos entre sujeitos

A Tabela 3, incorporada no *output* gerado pelo software SPSS, apresenta os resultados do teste ANOVA *two-way* para um nível de significância de 5%.

Observando os valores da Tabela 3 concluímos que qualquer um dos fatores, cor ou CHX, ($p < 0,001$), individualmente, assim como a sua interação cor*CHX ($p = 0,001$), tem efeitos significativos na variação dos valores médios de ΔE .

Comparando os três efeitos, verifica-se que o fator CHX apresentou o valor mais elevado de Eta parcial quadrado (0,726), permitindo concluir que foi fator com efeito de maior magnitude. A magnitude do efeito dos colutórios à base de CHX (dado por um Eta parcial quadrado de 0,726) é cerca de 5 vezes superior ao da cor da resina (com um valor de Eta parcial quadrado de 0,154).

Observou-se também que as diferentes cores dos compósitos *bulk-fill* em estudo não responderam da mesma forma às diferentes concentrações de CHX. (Gráfico 1)

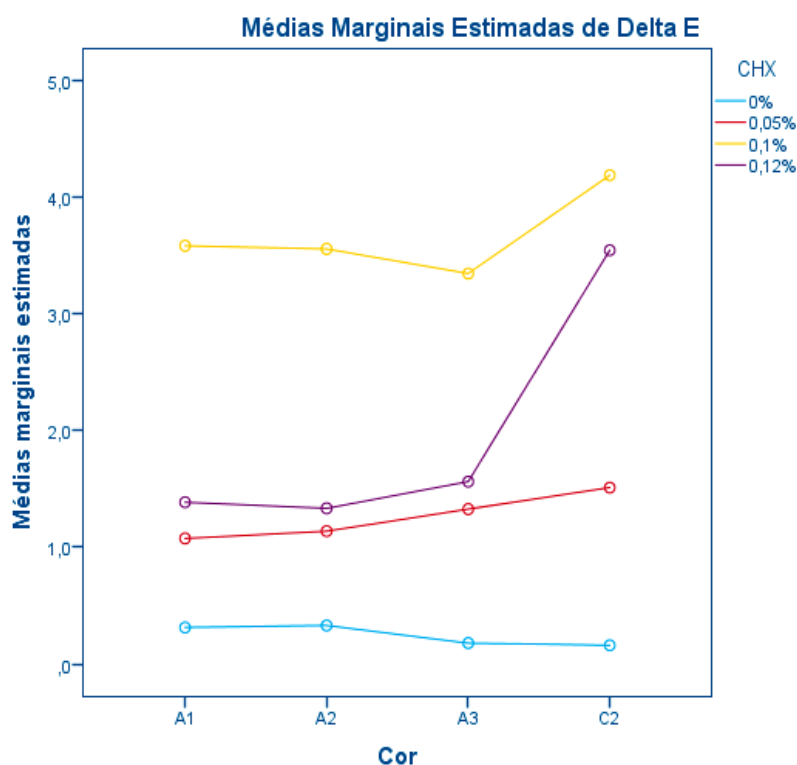


Gráfico 1: Gráfico descritivo do comportamento da cor das resinas *bulk-fill* face à interação com os colutórios de diferentes concentrações de CHX.

Através do Gráfico 1, é possível constatar que as cores A1, A2 e A3 tiveram comportamentos semelhantes face à sua interação com os colutórios em estudo. Por outro lado a cor C2 mostrou comportamento colorimétrico diferente (quando comparada com as outras cores), na sua interação com os colutórios EludrilClassic (CHX a 0,1%) e EluPerio (CHX a 0,12%).

Cor (concentração CHX)	Média ± desvio padrão	IC 95%	Aceitação Clínica
A1 (Controlo H2O)	0,31 ± 0,16	0,06 - 0,57	Aceitável
A1 (0,05%)	1,05 ± 0,60	0,65 - 1,5	Aceitável
A1(0,1%)	3,58 ± 0,62	<u>3,14 - 4,03</u>	Não Aceitável
A1 (0,12%)	1,39 ± 0,41	1,09 - 1,68	Aceitável
A2 (Controlo H2O)	0,33± 0,09	0,19 - 0,47	Aceitável
A2 (0,05%)	1,14 ± 0,4	0,86 - 1,42	Aceitável
A2(0,1%)	3,56 ± 0,56	<u>3,16 - 3,96</u>	Não Aceitável
A2 (0,12%)	1,34 ± 1,03	1,03 - 1,64	Aceitável
A3 (Controlo H2O)	0,18 ±0,06	0,09 - 0,27	Aceitável
A3 (0,05%)	1,33 ± 1,03	0,59 - 2,07	Aceitável
A3(0,1%)	3,35 ± 0,48	<u>3,00 - 3,70</u>	Não Aceitável
A3 (0,12%)	1,56 ± 0,70	1,06 - 2,07	Aceitável
C2 (Controlo H2O)	0,16 ± 0,07	0,04 - 0,28	Aceitável
C2 (0,05%)	1,51 ± 0,67	1,03 - 1,99	Aceitável
C2(0,1%)	4,18 ± 0,69	<u>3,69 - 4,69</u>	Não Aceitável
C2 (0,12%)	3,54 ± 1,81	2,25 - <u>4,84</u>	Não Aceitável

Tabela 4: Estimativas dos valores médios de ΔE , através de Intervalos de confiança a 95 % (IC 95%)

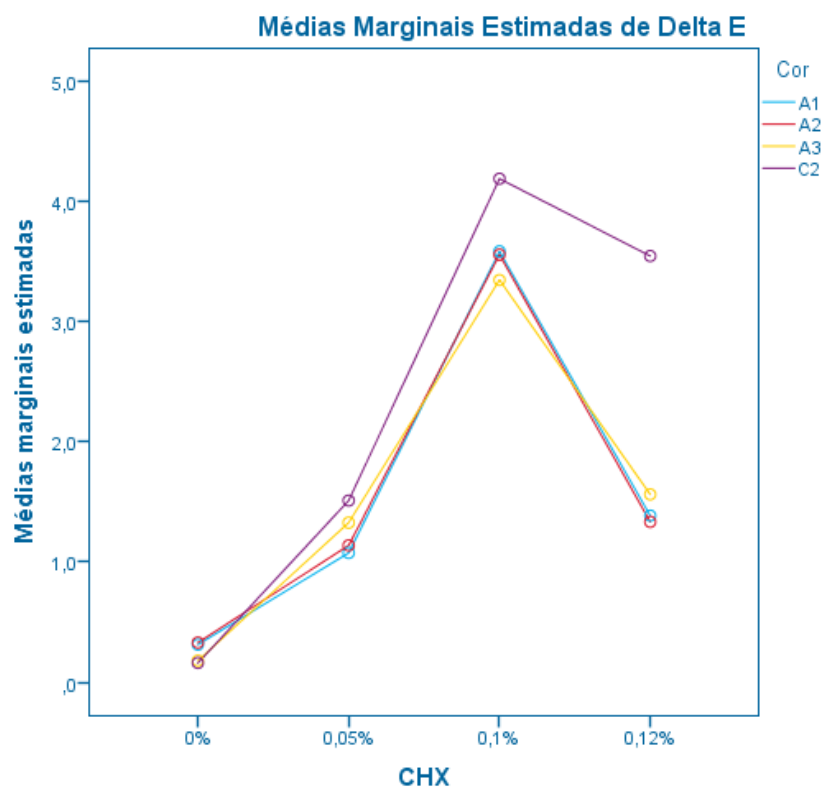


Gráfico 2: Variações das Médias Marginais estimadas de ΔE em função das concentrações dos colutórios em estudo

3.2. Análise qualitativa da degradação de superfície

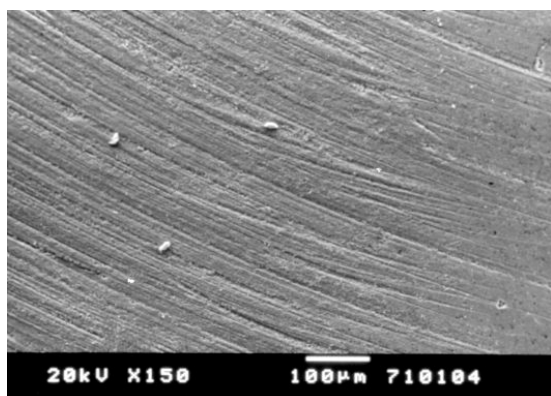


Figura 19: SEM de amostra da cor A1 com aumento de 150x

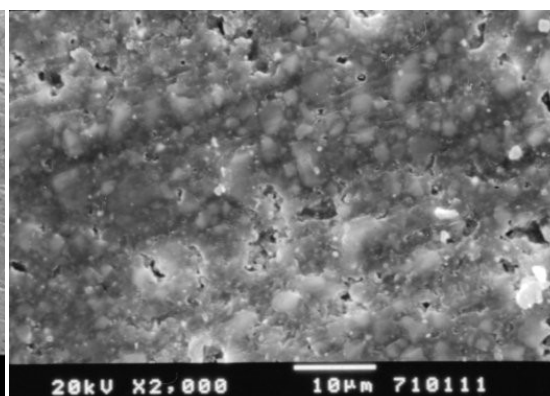


Figura 20: SEM de amostra representativa da cor A1 de controlo com aumento de 2000x

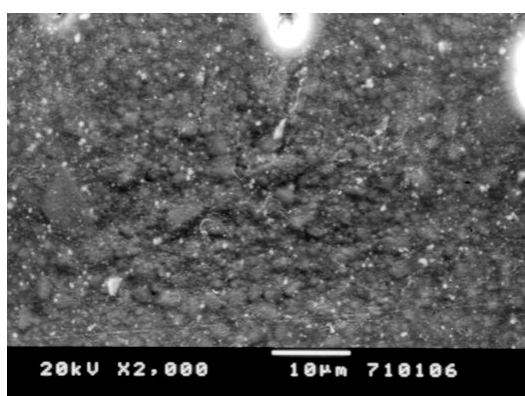


Figura 21: SEM de amostra representativa da cor A1 com CHX a 0,05%, com aumento de 2000x

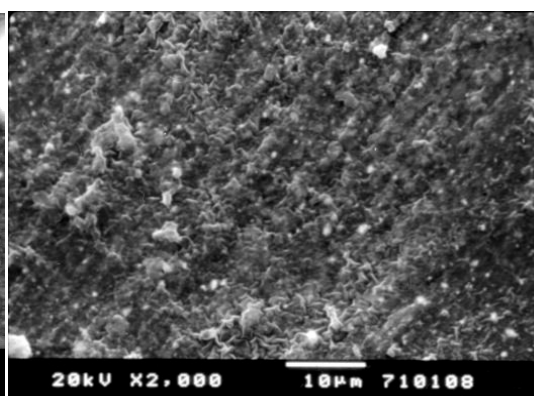


Figura 22: SEM de amostra representativa da cor A1 com CHX a 0,1% com aumento de 2000x

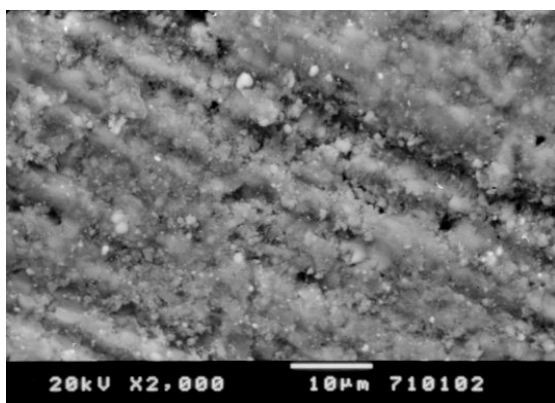


Figura 24: SEM de amostra representativa da cor A1 com CHX a 0,12% com aumento de 2000x

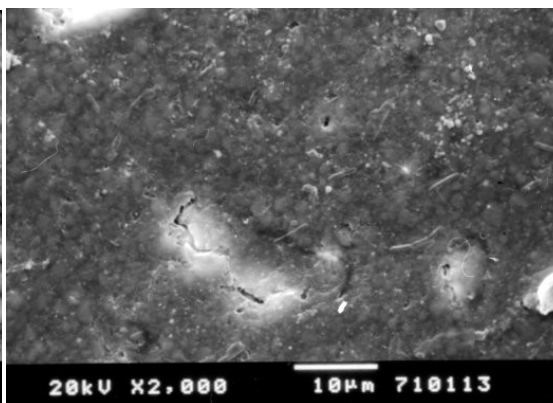


Figura 23: SEM de amostra representativa da cor A2 de controlo com aumento de 2000x

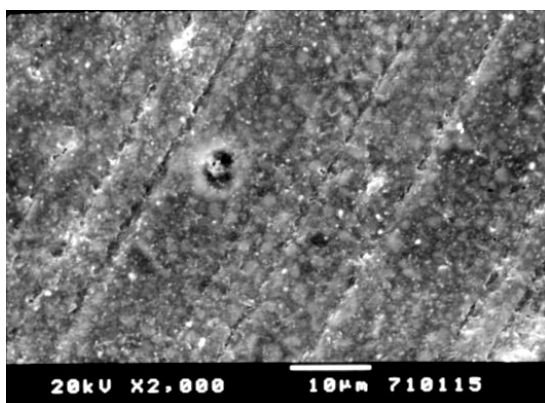


Figura 26: SEM de amostra representativa da cor A2 com CHX a 0,05% com aumento de 2000x

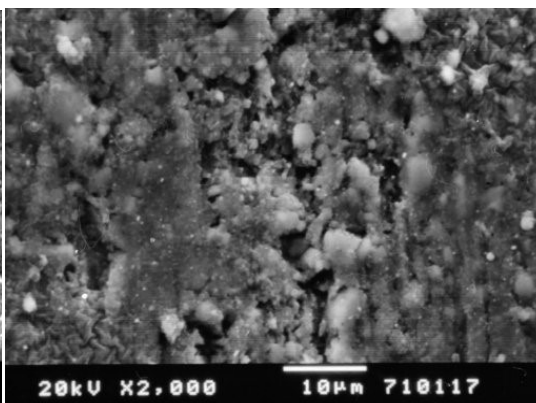


Figura 25: SEM de amostra representativa da cor A2 com CHX a 0,1% com aumento de 2000x

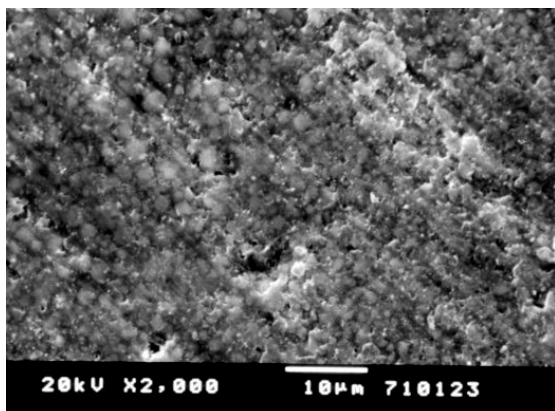


Figura 28: SEM de amostra representativa da cor A2 com CHX a 0,12% com aumento de 2000x

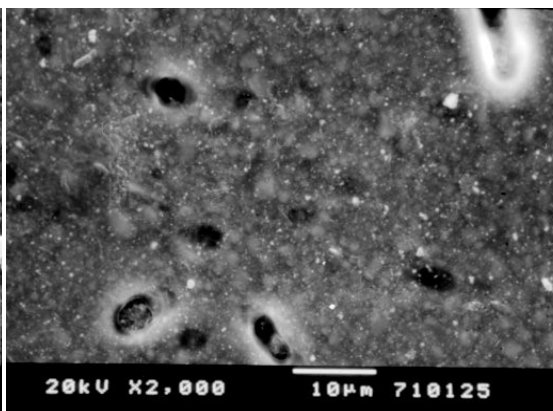


Figura 27: SEM de amostra representativa da cor A3 de controlo aumento de 2000x

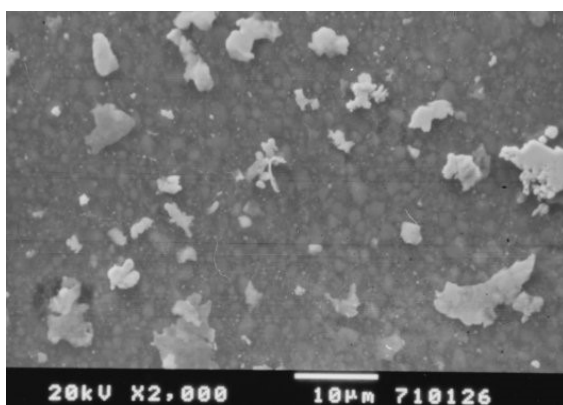


Figura 29: SEM de amostra representativa da cor A3 com CHX a 0,05% com aumento de 2000x

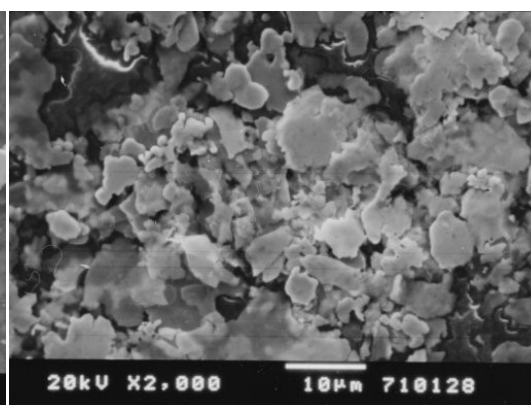


Figura 30: SEM de amostra representativa da cor A3 com CHX a 0,1% com aumento de 2000x



Figura 32: SEM de amostra representativa da cor A3 com CHX a 0,12% com aumento de 2000x

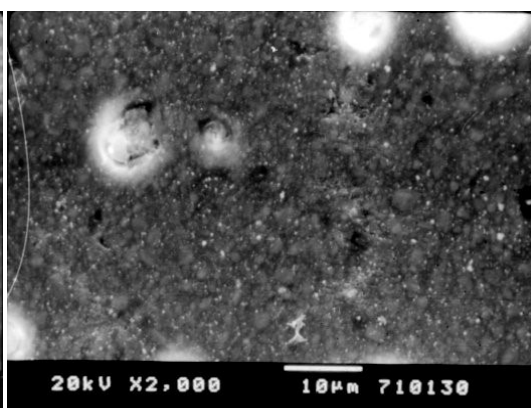


Figura 31: SEM de amostra representativa da cor C2 de controlo com aumento de 2000x

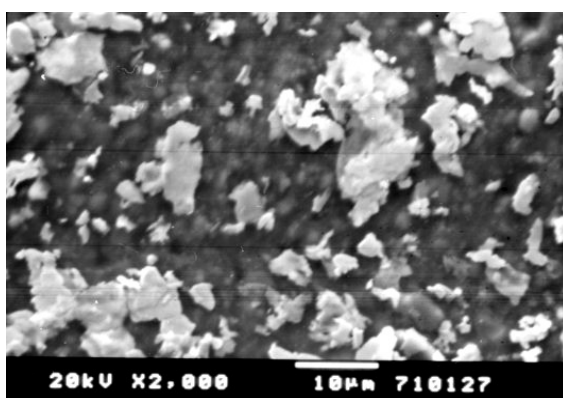


Figura 34: SEM de amostra representativa da cor C2 com CHX a 0,1% com aumento de 2000x

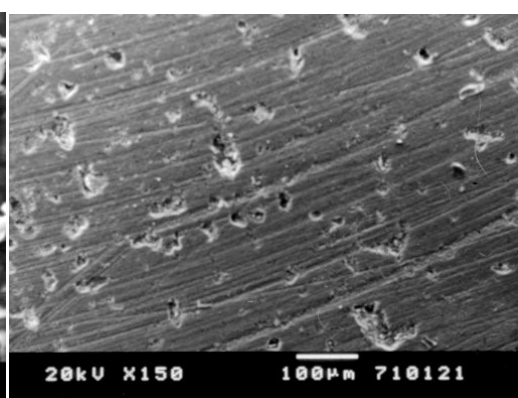


Figura 33: SEM de amostra representativa da cor A2 com CHX a 0,1% com aumento de 150x

4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

As alterações colorimétricas das resinas compostas, podem ser causadas por fenômenos intrínsecos ou extrínsecos. (Nasim et al., 2010)) As de origem intrínseca engobam a matriz resinosa, o tamanho das partículas de carga e o sistema usado na fotopolimerização das amostras. O tamanho das partículas tem influência sobre a rugosidade da superfície, e a nível extrínseco influencia a retenção de pigmentos que podem estar na origem das alterações colorimétricas nas resinas compostas. (ElEmbaby, 2014)

Através deste estudo *in vitro* analisámos o efeito de três colutórios distintos à base de CHX com diferentes concentrações - 0,05%, 0,1% e 0,12% .

A análise qualitativa da morfologia de superfície foi feita através da observação das amostras por microscopia eletrónica, enquanto a análise quantitativa das alterações colorimétricas (ΔE) foi feita com recurso ao espectrofotómetro *Spectro-Shade Micro* e a testes estatísticos. (Di Francescantonio et al., 2016)

A degradação da morfologia de superfície das resinas compostas pode ser uma consequência dos fatores intrínsecos resultando em alterações colorimétricas e de brilho na superfície das restaurações, pondo em causa a sua qualidade estética. Esta alteração morfológica pode ter sido despoletada pela degradação da matriz polimérica ou da interface resina – partícula e à perda de partículas de carga. A degradação das resinas compostas é um processo complexo, dependente tanto das características da resina composta, como do tamanho, volume e tipo de partículas inorgânicas presentes. (Trauth, Godoi, Colucci, Corona, & Catirse, 2012)

Em áreas isentas de *stress*, as alterações na rugosidade de superfície devem-se à combinação de processos de biodegradação e higiene oral. Desta forma, procedimentos profiláticos frequentes, tais como a escovagem dentária, o bochecho com colutórios, ou uma combinação dos dois, podem gerar danos na superfície das resinas. (Trauth et al., 2012)

A clorhexidina pode provocar a precipitação de pigmentos presentes na dieta sobre as superfícies dentárias, atuando como um catalisador numa reação não-enzimática de escurecimento, denominada Reação de *Maillard*. Na película adquirida existem

glicoproteínas que servem de substrato a várias reações de condensação e polimerização, que culminam na formação de substâncias escuras: as melanoidinas. A CHX pode também promover a desnaturação proteica e produzir descoloração associada à formação de sulfureto de ferro e de estanho (de Moraes Porto et al., 2014)

O mecanismo principal da clorhexidina para induzir a coloração dentária relaciona-se com a sua libertação de compostos sulfidrilo (SH), que reagem tanto com iões de ferro e polifenóis como com elementos presentes na dieta, que se depositam nos dentes e na mucosa, pigmentando-a: o sulfato de ferro pode ser uma causa importante da mancha extrínseca dentária. (Reggiani et al., 2015; Scheibler et al., 2017)

No nosso estudo, as alterações de cor observadas nas resinas compostas *bulk-fill* sujeitas a imersões em colutório EluPerio, com clorhexidina a 0,12 %, foram clinicamente impercetíveis ($\Delta E < 3,3$) exceto na cor C2.

Pelo facto do meio intraoral ser complexo é praticamente impossível simular as condições intraorais de forma exata (Moreira et al., 2013). Os estudos realizados neste registo devem ter uma aplicação clínica acautelada, pois as condições *in vitro* são distintas das *in vivo*. (ElEmbaby, 2014)

A variedade dos alimentos presentes na dieta, a composição salivar e as suas interações são fulcrais para a intensidade da descoloração (ElEmbaby, 2014). Como este estudo foi *in vitro* a ausência de dieta ou de alimentos a nível experimental, pode justificar o facto da descoloração provocada pela CHX não ter sido clinicamente perçível na maioria dos grupos. (Ashok & Jayalakshmi, 2017; Khosravi et al., 2016)

Os bochechos com clorhexidina não são uma opção terapêutica usada por um longo período de tempo, como outros colutórios, ou seja: o tempo é um fator crítico para a estabilidade da cor. (Lepri, Ribeiro, Dibb, & Palma-Dibb, 2014)

Os colutórios em estudo apresentavam percentagens de álcool distintas: o colutório com 0,1% de CHX - EludrilClassic - apresentava um teor alcoólico de 0,14% após diluição mas, tanto o colutório com 0,05% de CHX (EludrilCARE) como o colutório com 0,12% de CHX (EluPERIO) não continham álcool (segundo o fabricante), embora este constasse nas suas composições apresentadas no rótulo da embalagem.

Embora o único colutório que tenha provocado alterações significativas em qualquer uma das cores, seja o único com teor alcoólico significativo, o colutório anti-placa EluPERIO com 0,12% de CHX também pigmentou de forma significativa e com valores de ΔE superiores a 3,3 algumas das amostras de resina *bulk-fill* cor C2.

No nosso estudo, o efeito dos colutórios sobre as resinas compostas *bulk-fill* em estudo foi semelhante, exceto para a cor C2 quando tratada com CHX a 0,12%, onde se observou uma maior dispersão dos valores de ΔE .

O valor de ΔE do limite inferior de cada um dos intervalos de confiança a 95% dos grupos de amostras tratadas com CHX a 0,1% (EludrilCLASSIC), bem como o grupo de amostras de C2 tratadas com CHX a 0,12% (EluPERIO), era clinicamente aceitável, o que sugere que o polimento possa ter tido interferência na mudança de cor, pois foi o único procedimento operado por mão humana e que inevitavelmente foi diferente de amostra para amostra.

Os resultados obtidos são semelhantes aos de outros autores, que concluem que a cromaticidade dos compósitos aumenta em colutórios à base de álcool. O colutório que continha álcool - EludrilCLASSIC- pigmentou significativamente qualquer uma das cores em estudo. Este fenómeno pode vir a ser justificado pelo facto de o álcool ter um efeito amolecedor sobre a superfície das resinas compostas, removendo monómeros, oligómeros e polímeros lineares da estrutura de polimérica das mesmas, podendo inclusivamente provocar a abertura da estrutura polimérica, reduzindo a dureza e conduzindo ao aumento do desgaste do material. O álcool (etanol), sendo uma molécula bipolar, despoleta uma dissolução dos componentes hidrófobos e hidrofílicos das resinas. (Khosravi et al., 2016)

Este composto não apresenta, por isso, qualquer tipo de efeito terapêutico adicional, exceto o de solvente: deste modo a cromaticidade dos compósitos pode aumentar com o uso de colutórios à base de álcool. Alguns estudos mostraram que colutórios sem álcool têm o mesmo efeito que colutórios com álcool, mas apresentam menos efeitos colaterais. (Khosravi et al., 2016; Villalta, Lu, Okte, Garcia-Godoy, & Powers, 2006)

Através da microscopia eletrónica de varrimento, foi possível constatar que em todas as amostras estavam presentes sulcos concêntricos distribuídos pela superfície, com profundidades idênticas, mas não exatamente iguais; pois apesar do polimento ter sido

executado com os mesmos materiais, não foi feito por uma máquina/equipamento polidor, mas sim por um operador calibrado. O objetivo do estudo era ir ao encontro da prática clínica, nesse sentido, foi utilizando o sistema *Sof-Lex™* para o método de polimento manual das amostras, que é aconselhado tanto pelo fabricante (3M), como por protocolos clínicos de polimento.

O polimento é um procedimento que proporciona às restaurações diretas em resina composta uma melhor estética e longevidade tornando as superfícies mais regulares, e melhorando a reflexão da luz. Para além do polimento ser fundamental para a qualidade da restauração, pode prevenir fenómenos de descoloração, de retenção de placa bacteriana, de cárie secundária de irritação gengival. (Oliveira, Garcia, Santos, & Campos, 2010)

Apesar de ser benéfico para a estética e durabilidade das restaurações, o polimento erradica aglomerados da superfície da restauração, criando lacunas de diferentes tamanhos evidenciando as partículas inorgânicas após o polimento. O desgaste consequente do polimento das amostras é superior na matriz orgânica do que nas partículas de carga. (Turssi, Ferracane, & Serra, 2005)

Estudos mostram que os dimetacrilatos são mais suscetíveis ao efeito do álcool. Como os compósitos usados continham 3 dimetacrilatos - AUDMA, DDDMA e UDMA - este facto pode justificar tanto a alteração colorimétrica como a grande alteração na morfologia de superfície causada pelo colutório a 0,1% de CHX (o colutório que apresentava maior teor de álcool) em qualquer uma das cores. (Figuras 22, 25, 30, 33 e 34) (Diab, Zaazou, Mubarak, & Olaa, 2007)

Quando as partículas de carga se encontram dispersas de forma regular na rede de polimérica da resina composta, há uma menor a criação de áreas com conteúdos heterogêneos de partículas. Este facto tem relevância no comportamento dos compósitos face à ação de soluções aquosas, como colutórios, uma vez que espaços vazios ou não, aderidos na interface matriz – partícula, podem levar a um aumento da absorção de água (Festuccia *et al.*, 2012).

Alguns estudos e autores consideram que a mudança de cor não é detetável a olho nu quando os valores de ΔE são inferiores a 3,3, mas quando os valores de ΔE são

superiores a 3,3 tornam-se perceptíveis à vista desarmada e são considerados clinicamente inaceitáveis. (Celik et al., 2008; Festuccia et al., 2012; Marconyak et al., 2016; Moreira et al., 2013)

Nesse sentido, foi possível constatar (Tabela 2), que para todas as resinas em estudo, o colutório com 0,1% de CHX (EludrilCLASSIC), foi o que despoletou alterações colorimétricas clinicamente inaceitáveis ($\Delta E > 3,3$) e perceptíveis à vista desarmada.

Os intervalos de confiança a 95% (IC 95%) para os valores médios de ΔE , relativos aos grupos de amostras submetidas às imersões nos mesmos colutórios, identificam que existem diferenças estatisticamente significativas, para qualquer uma das cores, face aos grupos de controlo. Os valores médios de ΔE são clinicamente aceitáveis, exceto para o grupo de resinas C2 tratadas com colutório de CHX a 0,12% (EluPERIO), que apresentou valores de $\Delta E > 3,3$ (IC 95% 2,25-4,84).

Os grupos de amostras sujeitos ao tratamento com colutório de CHX a 0,1%, apresentaram, em termos absolutos, um valor médio de ΔE mais elevado, e, apesar de não existirem diferenças significativas entre os valores médios de ΔE destes grupos, todos apresentaram alterações colorimétricas clinicamente não aceitáveis (IC 95%: 3,14 - 4,03 (A1), 3,16-3,96 (A2), 3,00-3,70 (A3) e 3,69-4,69 (C2)).

5. Conclusões

As amostras de resina composta Filtek™ One Bulk Fill Restorative das cores A1, A2, A3 e C2 foram avaliadas quantitativamente pelo espectrofotômetro e qualitativamente através do *Scanning Electron Microscope* (SEM) para a determinação as alterações colorimétricas e de morfologia de superfície, após imersão em diferentes colutórios à base de clorhexidina.

Validamos então **H₁** (Os colutórios à base de CHX provocam alterações colorimétricas bem como degradação de superfície em resinas compostas *bulk-fill*).

Embora todas as amostras de resina tenham sofrido alterações na sua morfologia de superfície ao serem imersas em colutórios à base de clorhexidina a várias concentrações, apenas os colutórios EludrilCLASSIC (0,1% de CHX) e EluPERIO pigmentaram, de forma clinicamente inaceitável as amostras: tendo o colutório EludrilCLASSIC pigmentado qualquer uma das cores em estudo, e o colutório EluPERIO pigmentado de apenas a cor C2 das resinas em observação.

BIBLIOGRAFIA

- Alrahlah, A., Silikas, N., & Watts, D. (2014). Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dental materials*, 30(2), 149-154.
- Alshali, R. Z., Salim, N. A., Satterthwaite, J. D., & Silikas, N. (2015). Post-irradiation hardness development, chemical softening, and thermal stability of bulk-fill and conventional resin-composites. *Journal of dentistry*, 43(2), 209-218.
- Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (2013). *Phillips' science of dental materials*: Elsevier Health Sciences.
- Aqeel, Y., Siddiqui, R., Anwar, A., Shah, M. R., & Khan, N. A. (2016). Gold Nanoparticle Conjugation Enhances the Antiacanthamoebic Effects of Chlorhexidine. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 60(3), 1283-1288.
- Ashok, N. G., & Jayalakshmi, S. (2017). Factors that influence the color stability of composite restorations. *International Journal of Orofacial Biology*, 1(1), 1.
- Bagheri, R., Burrow, M., & Tyas, M. (2007). Surface characteristics of aesthetic restorative materials—an SEM study. *Journal of oral rehabilitation*, 34(1), 68-76.
- Bayne, S. C. (2005). Dental biomaterials: where are we and where are we going? *Journal of dental education*, 69(5), 571-585.
- Bayraktar, Y., Ercan, E., Hamidi, M. M., & Çolak, H. (2017). One-year clinical evaluation of different types of bulk-fill composites. *Journal of investigative and clinical dentistry*, 8(2).
- Betrissey, E., Krejci, I., Di Bella, E., & Ardu, S. (2016). The influence of stratification on color and appearance of resin composites. *Odontology*, 104(2), 176-183.
- Bucuta, S., & Ilie, N. (2014). Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clinical oral investigations*, 18(8), 1991-2000.
- Caldarelli, P. G., Beltrani, F. C., Pereira, S. K., Cardoso, S. d. A., & Hoeppe, M. G. (2011). Aparelhos fotopolimerizadores: evolução e aplicação clínica-uma revisão da literatura. *Odontologia Clínico-Científica (Online)*, 10(4), 317-321.
- Caneppele, T. M. F., & Bresciani, E. (2016). Resinas bulk-fill-O estado da arte. *Revista da Associação Paulista de Cirurgias Dentistas*, 70(3), 242-248.
- Ceci, M., Viola, M., Rattalino, D., Beltrami, R., Colombo, M., & Poggio, C. (2017). Discoloration of different esthetic restorative materials: A spectrophotometric evaluation. *European journal of dentistry*, 11(2), 149.

- Celik, C., Yuzugullu, B., Erkut, S., & Yamanel, K. (2008). Effects of mouth rinses on color stability of resin composites. *European journal of dentistry*, 2, 247.
- Czasch, P., & Ilie, N. (2013). In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clinical oral investigations*, 17(1), 227-235.
- de Oliveira, D. C. R. S., Rocha, M. G., Correa, I. C., Correr, A. B., Ferracane, J. L., & Sinhoreti, M. A. C. (2016). The effect of combining photoinitiator systems on the color and curing profile of resin-based composites. *Dental materials*, 32(10), 1209-1217.
- Dedavid, B. A., Gomes, C. I., & Machado, G. (2007). *Microscopia eletrônica de Varredura: Aplicações e Preparação de Amostras*: EdIPUCRS.
- del Mar Pérez, M., Ghinea, R., Rivas, M. J., Yebra, A., Ionescu, A. M., Paravina, R. D., & Herrera, L. J. (2016). Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space. *Dental materials*, 32(3), 461-467.
- Di Francescantonio, M., Rocha Pacheco, R., Rodrigues Aguiar, T., Boaro, C., Cristina, L., Ruggiero Braga, R., . . . Giannini, M. (2016). Evaluation of composition and morphology of filler particles in low-shrinkage and conventional composite resins carried out by means of SEM and EDX. *Journal of Clinical Dentistry & Research*, 13(1).
- Diab, M., Zaazou, M., Mubarak, E., & Olaa, M. (2007). Effect of five commercial mouthrinses on the microhardness and color stability of two resin composite restorative materials. *Aust J Basic Appl Sci*, 1(4), 667-674.
- ElEmbaby, A. E.-S. (2014). The Effects of Mouth Rinses on the Color Stability of Resin-Based Restorative Materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 26(4), 264-271. doi: 10.1111/jerd.12061
- Ferracane, J. L. (1995). Current trends in dental composites. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 6(4), 302-318.
- Ferracane, J. L. (2011). Resin composite—state of the art. *Dental materials*, 27(1), 29-38.
- Festuccia, M. S. C. C., Garcia, L. d. F. R., Cruvinel, D. R., & Pires-De-Souza, F. d. C. (2012). Color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to mouthrinsing action. *Journal of Applied Oral Science*, 20(2), 200-205.

- García, A. H., Lozano, M. A. M., Vila, J. C., Escribano, A. B., & Galve, P. F. (2006). Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 11(2), E215-220.
- Gómez-Polo, C., Gómez-Polo, M., Celemin-Viñuela, A., & De Parga, J. A. M. V. (2014). Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth colour. *Journal of dentistry*, 42(6), 742-745.
- Gonçalves, M. A., Teixeira, V. C. F., Rodrigues, S. S. M. F. G., de Oliveira, R. S. M. F., & Salvio, L. A. (2012). Evaluation of the roughness of composite resins submitted to different surface treatments. *Acta Odontológica Latinoamericana*, 25, 89-95.
- Guerra, F., Mazur, M., Corridore, D., Pasqualotto, D., Nardi, G. M., & Ottolenghi, L. (2015). Evaluation of the esthetic properties of developmental defects of enamel: a spectrophotometric clinical study. *The Scientific World Journal*, 2015.
- Guimarães, L. F., Oliveira, M. d., Maas, M., Andrade, N. R., Schneider, L. F. J., & Cavalcante, L. M. (2013). Silanização de partículas de carga de compósitos odontológicos-revisão de literatura. *RFO UPF*, 18(2), 254-260.
- Heintze, S. D., Ilie, N., Hickel, R., Reis, A., Loguercio, A., & Rousson, V. (2017). Laboratory mechanical parameters of composite resins and their relation to fractures and wear in clinical trials—A systematic review. *Dental materials*, 33(3), e101-e114.
- Igiel, C., Weyhrauch, M., Wentaschek, S., Scheller, H., & Lehmann, K. M. (2016). Dental color matching: A comparison between visual and instrumental methods. *Dental materials journal*, 35(1), 63-69.
- Ilie, N., & Hickel, R. (2011). Resin composite restorative materials. *Australian dental journal*, 56(s1), 59-66.
- Jarvis, R. M., Brooker, A., & Goodacre, R. (2004). Surface-enhanced Raman spectroscopy for bacterial discrimination utilizing a scanning electron microscope with a Raman spectroscopy interface. *Analytical Chemistry*, 76(17), 5198-5202.
- Khosravi, M., Esmaeili, B., Nikzad, F., & Khafri, S. (2016). Color Stability of Nanofilled and Microhybrid Resin-Based Composites Following Exposure to Chlorhexidine Mouthrinses: An In Vitro Study. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, 13(2), 116.

- Khursheed, A. (2011). *Scanning electron microscope optics and spectrometers*: World scientific.
- Kouadio, A.-A., Struillou, X., Bories, C., Bouler, J.-M., Badran, Z., & Soueidan, A. (2017). An in vitro analysis model for investigating the staining effect of various chlorhexidine-based mouthwashes. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(3), e410.
- Kow, R., Low, C., Ruben, J., Zaharul-Azri, M., & Ng, M. (2017). Life-threatening Chlorhexidine Anaphylaxis: A Case Report. *Malaysian Orthopaedic Journal*, 11(2), 72.
- Kwon, Y., Ferracane, J., & Lee, I.-B. (2012). Effect of layering methods, composite type, and flowable liner on the polymerization shrinkage stress of light cured composites. *Dental materials*, 28(7), 801-809.
- Lepri, C. P., Ribeiro, M., Dibb, A., & Palma-Dibb, R. G. (2014). Influence of mounthrinse solutions on the color stability and microhard-ness of a composite resin. *Int J Esthet Dent*, 9, 236-244.
- Leprince, J. G., Palin, W. M., Vanacker, J., Sabbagh, J., Devaux, J., & Leloup, G. (2014). Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *Journal of dentistry*, 42(8), 993-1000.
- Lien, W., & Vandewalle, K. S. (2010). Physical properties of a new silorane-based restorative system. *Dental materials*, 26(4), 337-344.
- Lim, Y.-K., Lee, Y.-K., Lim, B.-S., Rhee, S.-H., & Yang, H.-C. (2008). Influence of filler distribution on the color parameters of experimental resin composites. *Dental materials*, 24(1), 67-73.
- Marconyak, L. J., Kirkpatrick, T. C., Roberts, H. W., Roberts, M. D., Aparicio, A., Himel, V. T., & Sabey, K. A. (2016). A comparison of coronal tooth discoloration elicited by various endodontic reparative materials. *Journal of endodontics*, 42(3), 470-473.
- Marghalani, H. Y. (2010). Effect of filler particles on surface roughness of experimental composite series. *Journal of Applied Oral Science*, 18(1), 59-67.
- Moore, B. K., Platt, J. A., Borges, G., Chu, T. G., & Katsilieri, I. (2008). Depth of cure of dental resin composites: ISO 4049 depth and microhardness of types of materials and shades. *Operative dentistry*, 33(4), 408-412.

- Moreira, A. D., Mattos, C. T., de Araújo, M. V. A., de Oliveira Ruellas, A. C., & Sant'Anna, E. F. (2013). Chromatic analysis of teeth exposed to different mouthrinses. *Journal of dentistry*, 41, e24-e27.
- Nasim, I., Neelakantan, P., Sujeer, R., & Subbarao, C. (2010). Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins—an in vitro study. *Journal of dentistry*, 38, e137-e142.
- Oguro, R., Nakajima, M., Seki, N., Sadr, A., Tagami, J., & Sumi, Y. (2016). The role of enamel thickness and refractive index on human tooth colour. *Journal of dentistry*, 51, 36-44.
- Okida, R. C., Santos, D. M. d., Okida, D. S. d. S., & Machado, L. S. (2014). Avaliação da termociclagem sobre a estabilidade de cor de diferentes matizes de resina composta. *Revista Odontológica de Araçatuba*, 44-48.
- Opdam, N., Bronkhorst, E., Loomans, B., & Huysmans, M.-C. (2010). 12-year survival of composite vs. amalgam restorations. *Journal of Dental Research*, 89(10), 1063-1067.
- Pecho, O. E., Ghinea, R., Alessandretti, R., Pérez, M. M., & Della Bona, A. (2016). Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dental materials*, 32(1), 82-92.
- Reggiani, M. G. L., Feitosa, F. A., & de Araújo, R. M. (2015). Color stability of artificial teeth after exposure to acid and staining agents. *Brazilian Dental Science*, 18(1), 60-66.
- REIS, A. F., VESTPHAL, M., AMARAL, R. C. d., RODRIGUES, J. A., ROULET, J.-F., & ROSCOE, M. G. (2017). Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: a systematic review. *Brazilian Oral Research*, 31.
- Rodrigues, S. A., Scherrer, S. S., Ferracane, J. L., & Della Bona, A. (2008). Microstructural characterization and fracture behavior of a microhybrid and a nanofill composite. *Dental materials*, 24(9), 1281-1288.
- Saleem, H. G. M., Seers, C. A., Sabri, A. N., & Reynolds, E. C. (2016). Dental plaque bacteria with reduced susceptibility to chlorhexidine are multidrug resistant. *BMC microbiology*, 16(1), 214.
- Scheibler, E., Garcia, M. C. R., Medina da Silva, R., Figueiredo, M. A., Salum, F. G., & Cherubini, K. (2017). Use of nystatin and chlorhexidine in oral medicine: Properties, indications and pitfalls with focus on geriatric patients. *Gerodontology*.

- Schneider, A. C., Mendonça, M. J., Bento Rodrigues, R., do Monte Ribeiro Busato, P., & Camilotti, V. (2016). Influência de três modos de fotopolimerização sobre a microdureza de três resinas compostas. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 26.
- Sideridou, I. D., Vouvoudi, E. C., & Bourdouni, K. A. (2012). Study of physicochemical properties of two current commercial dental self-curing resin composites. *Journal of Applied Polymer Science*, 126(1), 367-374.
- Street, F. (2016). The influence of organic-inorganic phase mixtures on degradation behavior of some resin composites used in conservative dentistry. *JOURNAL OF OPTOELECTRONICS AND ADVANCED MATERIALS*, 18(5-6), 567-575.
- Suhasini, K., Koppolu, M., Chinni, S., & Lavanya, A. (2015). Color and its Dimensions-A Review.
- Trauth, K. G. S., Godoi, A. P. T. d., Colucci, V., Corona, S. A. M., & Catirse, A. B. C. E. B. (2012). The influence of mouthrinses and simulated toothbrushing on the surface roughness of a nanofilled composite resin. *Brazilian Oral Research*, 26(3), 209-214.
- Turssi, C. P., Ferracane, J. L., & Serra, M. C. (2005). Abrasive wear of resin composites as related to finishing and polishing procedures. *Dental materials*, 21(7), 641-648.
- Versluis, A., Tantbirojn, D., & Douglas, W. (1998). Do dental composites always shrink toward the light? *Journal of Dental Research*, 77(6), 1435-1445.
- Villalta, P., Lu, H., Okte, Z., Garcia-Godoy, F., & Powers, J. M. (2006). Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *The Journal of prosthetic dentistry*, 95(2), 137-142.
- Yazici, A., Antonson, S., Kutuk, Z., & Ergin, E. (2017). Thirty-Six-Month Clinical Comparison of Bulk Fill and Nanofill Composite Restorations. *Operative dentistry*.
- Yu, B., & Lee, Y.-K. (2008). Influence of color parameters of resin composites on their translucency. *Dental materials*, 24(9), 1236-1242.
- Zorzin, J., Maier, E., Harre, S., Fey, T., Belli, R., Lohbauer, U., . . . Taschner, M. (2015). Bulk-fill resin composites: polymerization properties and extended light curing. *Dental materials*, 31(3), 293-301.